



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“Determinación de eficiencia energética de fogón mejorado de adobe, en las comunidades Agua Zarca, La Estancia, Los Calpules en el municipio de Sébaco y comunidades de Piedra de Agua, Casa Sola y Carrizo del municipio de Matagalpa”

Autores

Br. Alejandro Manuel Pérez López
Br. Engels Noxoly Zeledón Sobalvarro

Tutora

M. Sc. Alba Veranay Díaz Corrales

Asesores

M. Sc. Luis María Dicovski Riobóo
Arq. Jon de la Rica Extremiana
Arq. Elena Carrillo Palacios

Estelí, Noviembre 2016

DEDICATORIA

Alejandro Manuel Pérez López:

A Dios nuestro Señor, por el don de la vida, la sabiduría y la inteligencia para cumplir este sueño. A la Virgen de Guadalupe, madre nuestra e intercesora ante el Padre.

A mi padre Manuel Pérez y mi madre María Elena López, mi abuelita María del Carmen López, de los cuales estoy infinitamente agradecido con Dios, porque han sido pilar esencial a lo largo de mi vida y mis principios morales, éticos y cristianos, son gracias a ellos.

A mi hermano Bernardo Pérez, quien siempre ha estado pendiente de mí, apoyándome y disfrutando cada uno de mis logros, luchando juntos por ser orgullo de nuestra familia.

Engels Noxoly Zeledón Sobalvarro:

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por haberme guiado a lo largo de mis estudios y lograr la culminación de estos a través del presente documento.

A mis padres, Julián Zeledón y Luz Marina Sobalvarro quienes me han manifestado en todo momento el cariño y soporte necesario para crecer como persona y ahora como profesional.

A mis hermanas, que con su amor inmenso siempre han estado ahí para impulsarme a seguir adelante y ser un hombre de bien.

A mi gran amigo y mentor el Arq. Xavier Ramos, por su apoyo incondicional en esta etapa de mi vida y a todos esos seres queridos que de cualquier forma me han brindado su ayuda para lograr este sueño.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primeramente a Dios Nuestro Señor por permitirnos alcanzar nuestras metas y habernos brindado salud, sabiduría, fe, optimismo y perseverancia.

A nuestros padres y familiares que nos brindan su apoyo y nos alientan a seguir siempre adelante.

A una excelente persona y docente M. Sc. Alba Veranay Díaz Corrales, la cual nos acompañó en los momentos buenos y difíciles, a lo largo de todos nuestros años como estudiantes universitarios, manteniendo en nosotros ese espíritu de lucha y emprendimiento, muchas gracias por haber aceptado el reto de dirigirnos en nuestro proyecto final y ser partícipe de nuestro logro.

A nuestros asesores por compartir de sus amplios conocimientos y estar ahí presentes cada vez que los necesitábamos, formándonos y enriqueciéndonos con su experiencia.

A la Asociación Colectivo Zompopo, la tesista Marina Díez y los comunitarios involucrados en el estudio, por su entera disposición, apoyo, humildad, hospitalidad, consejos y por permitirnos ser parte de este gran proyecto al servicio de la comunidad y el medio ambiente.

A la organización PNUD, por su confianza en nosotros y por ofrecer los recursos económicos, como parte importante para que se pudiera llevar a cabo este estudio.

A la Universidad Nacional de Ingeniería por permitirnos culminar nuestros estudios profesionales.

RESUMEN

El presente estudio “Determinación de la eficiencia energética de fogón mejorado de adobe, en las comunidades Agua Zarca, La Estancia, Los Calpules en el municipio de Sébaco y comunidades de Piedra de Agua, Casa Sola y Carrizo del municipio de Matagalpa” tuvo como propósito realizar la evaluación de aspectos cuantitativos y cualitativos de esta tecnología.

El estudio se desarrolló en el marco de colaboración entre la Asociación “Colectivo Zompopo” y la Universidad Nacional de Ingeniería Sede Regional del Norte, a través del área de Coordinación de Investigación y la Universidad del País Vasco-España; en donde se involucraron las tres partes para el desarrollo integral de esta investigación.

Para el análisis de los aspectos cuantitativos el estudio constó de dos fases para la toma de datos, la primera recolección de datos se realizó en comunidades La Estancia, Los Calpules y Agua Zarca obteniendo resultados con mucha variabilidad, por lo que se procedió a estandarizar la metodología con la ayuda del Colectivo Zompopo y un técnico de la Universidad del País Vasco, para llevar a cabo una segunda recolección de datos.

Durante la segunda recolección de datos se incluyeron a las comunidades Piedra de Agua, Casa Sola y Carrizo en donde se construyeron fogones mejorados de adobe con algunos cambios en comparación con el primer diseño, además se dio el involucramiento en la construcción de estos fogones. Por otra parte se evaluaron fogones tradicionales para ser comparados con los fogones mejorados de adobe, en términos de eficiencia energética. Las variables que permitieron determinar el rendimiento energético de los fogones fueron los gramos de combustible empleados para cocinar 1 lb de arroz y el tiempo de cocinado.

Los datos obtenidos fueron procesados en el software INFOSTAT, en donde se realizó una prueba de varianza para comprobar las diferencias significativas de las variable estudiadas (consumo específico de combustible y tiempo de

cocinado) en donde se obtuvo que el fogón mejorado tipo 1 y tipo 2 presentan diferencias significativas con el fogón tradicional en términos de consumo específico de combustible y en términos de tiempo de cocinado el fogón mejorado tipo 1 difiere del fogón mejorado tipo 2 y el fogón tradicional. La media de consumo específico de combustible para fogón tradicional (300 gr/kg) estuvo por debajo del fogón mejorado tipo 1 (384 gr/kg) y tipo 2 (421 gr/kg) y en lo que respecta al tiempo de cocinado el fogón mejorado tipo 1 (25 minutos) presenta valores más bajos que el fogón mejorado tipo 2 (35 minutos) y el fogón tradicional (39 minutos).

De igual manera se determinó la incidencia en el rendimiento energético del fogón mejorado tipo 1 con la variación de la medida de la chimenea de éste, utilizando la correlación de Pearson para dos variables cuantitativas (consumo específico de combustible y altura de chimenea) en donde se concluyó que el consumo específico de combustible no depende de la altura de la chimenea del fogón.

Para el análisis de los aspectos cualitativos se utilizó el método de observación directa y un conversatorio en donde se identificaron los cambios que han realizado las familias a los fogones mejorados instalados en las comunidades Agua Zarca, La Estancia y Los Calpules, siendo los principales cambios la modificación en la parrilla de la cámara de combustión y la modificación de la boca de aire que posee el fogón.

Las familias consideran que en los fogones mejorados existe una reducción de humo en el interior de las cocinas, lo que permite disfrutar de un ambiente más limpio, saludable y seguro para la familia.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	3
III. OBJETIVOS	4
Objetivo General	4
Objetivos Específicos	4
IV. MARCO TEÓRICO	5
V. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	13
VI. METODOLOGÍA	14
6.1. Ubicación del estudio	14
6.2. Tipo de investigación	16
6.3. Actividades por objetivo específico	17
6.4. Análisis y procesamiento de la información	28
VII. ANÁLISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS	29
7.1. Descripción del fogón mejorado tipo 1	31
7.1.1. Descripción de las etapas de construcción del fogón mejorado de adobe	39
7.1.2. Identificación de cambios realizados al fogón mejorado tipo 1 por parte de los comunitarios	44
7.1.3. Descripción de fogón mejorado tipo 2	52
7.1.4. Descripción de fogón tradicional (tipo 3)	54
7.2. Rendimiento energético de fogones en estudio, en términos de consumo específico de combustible y tiempo de cocinado	55
7.2.1. Consumo específico de combustible de fogones en estudio	56
7.2.2. Relación de consumo específico de combustible entre los fogones en estudio	61

7.2.3. Tiempo de cocinado de fogones en estudio.....	62
7.2.4. Relación de tiempo de cocinado entre los fogones en estudio	66
7.3. Comparación de eficiencia energética de los fogones mejorados de adobe, incluyendo fogones tradicionales	67
7.3.1. Variable consumo específico de combustible	68
7.3.2. Variable Tiempo de cocinado.....	70
7.4. Determinación de la incidencia en el rendimiento energético del fogón mejorado tipo 1 con respecto a la variación de medida de la chimenea y las modificaciones hechas a este diseño.....	72
7.4.1. Análisis cualitativo de conversatorio hecho a las familias	76
VIII. CONCLUSIONES.....	78
IX. RECOMENDACIONES.....	81
X. BIBLIOGRAFIA.....	83
XI. ANEXOS.....	i
XII. GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	xliv

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Modelo Emelda.....	6
Figura N° 2 Modelo Reyna	8
Figura N° 3 Diseño Fogón mejorado de Adobe	9
Figura N° 4 Ubicación de comunidades de Tres Pinos	15
Figura N° 5 Ubicación de comunidades de Tierra Caliente	16
Figura N° 6 Construcción Fogón modelo comunitario	17
Figura N° 7: Reunión con Colectivo Zompopo.....	19
Figura N° 8: Prueba en fogón modelo	19
Figura N° 9 Higrómetro sin agujas.....	20
Figura N° 10 Recipientes de cocina	21
Figura N° 11 Pesado de materiales.....	22

Figura N° 12 Medición de humedad de leña.....	25
Figura N° 13 Cámara de Combustión Fogón Mejorado.....	32
Figura N° 14 Chimenea Fogón Mejorado	33
Figura N° 15 Tronera del fogón mejorado	34
Figura N° 16 Plancha metálica fogón mejorado	34
Figura N° 17 Diseño interior de fogón mejorado de adobe.....	35
Figura N° 18 Diagrama de flujo de construcción de fogón mejorado de adobe..	38
Figura N° 19 Recepción de materiales	39
Figura N° 20 Nivelación de terreno.....	39
Figura N° 21 Encofrado de base	40
Figura N° 22 Levantamiento de mesa	40
Figura N° 23 Levantamiento de piernas del fogón.....	41
Figura N° 24 Montaje cámara de combustión.....	41
Figura N° 25 Base de la chimenea	42
Figura N° 26 Encimera del fogón.....	42
Figura N° 27 Levantamiento de chimenea	42
Figura N° 28 Colocación del tubo	43
Figura N° 29 Acabado	43
Figura N° 30 Parrilla de ladrillo cocido.....	49
Figura N° 31 Boca de aire modificada	50
Figura N° 32 Boca de aire original.....	50
Figura N° 33 Piernas del fogón sin modificar.....	51
Figura N° 34 Piernas del fogón modificadas.....	51
Figura N° 35 Diseño de fogón mejorado tipo 1	53
Figura N° 36 Diseño fogón mejorado tipo 2.....	53
Figura N° 37 Fogón tradicional	55
Figura N° 38 Toma de datos prueba de cocinado	56
Figura N° 39 Realización prueba de cocinado.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Tipo de leña utilizada para las pruebas	23
Tabla N° 2 Número fogones por comunidad seleccionados para el estudio	31
Tabla N° 3 Conductividad térmica de materiales.....	32
Tabla N° 4 Materiales y precio para la construcción del fogón mejorado de adobe	36
Tabla N° 5 Altura de chimenea y cámara de combustión de los fogones mejorado tipo 1	44
Tabla N° 6 Cambios y observaciones realizadas a los fogones mejorados tipo 1 por las familias.....	45
Tabla N° 7: Comparación de diseños fogón mejorado tipo 1 y fogón mejorado tipo 2.....	52
Tabla N° 8 Comparativa de los valores obtenidos para diferentes alturas de chimenea	54
Tabla N° 9 Rangos de coeficiente de variación	58
Tabla N° 10 Medidas resumen consumo específico de combustible fogón mejorado tipo 1	58
Tabla N° 11 Medidas resumen consumo específico de combustible fogón mejorado tipo 2.....	59
Tabla N° 12 Medidas resumen consumo específico de combustible fogón tradicional	61
Tabla N° 13 Medida resumen tiempo de cocinado fogón mejorado tipo 1	63
Tabla N° 14 Medida resumen tiempo de cocinado fogón mejorado tipo 2	64
Tabla N° 15 Medida resumen tiempo de cocinado Fogón Tradicional	66
Tabla N° 16 Análisis de la Varianza consumo específico de combustible	68
Tabla N° 17: Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III).....	69
Tabla N° 18 Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=53,15594.....	69
Tabla N° 19 Análisis de la varianza tiempo de cocinado	70
Tabla N° 20 Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).....	71
Tabla N° 21 Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,84926.....	71
Tabla N° 22 Altura de chimenea de los fogones mejorado tipo 1	73

Tabla N° 23 Medidas simétricas	74
Tabla N° 24. Relación entre Modificaciones y Rendimiento en fogones mejorado tipo 1	75

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Cantidad de fogones evaluados por comunidad	29
Gráfico N° 2 Cantidad de fogones evaluados por tipo de diseño	30
Gráfico N° 3 Consumo específico de combustible (CEC) por hogar con fogón mejorado tipo 1	57
Gráfico N° 4 Consumo específico de combustible (CEC) de fogón mejorado tipo 2	59
Gráfico N° 5 Consumo específico de combustible (CEC) de fogón tradicional ..	60
Gráfico N° 6 Relación consumo específico de combustible fogones estudiados	62
Gráfico N° 7 Tiempo de cocinado en fogón mejorado tipo 1	63
Gráfico N° 8 Tiempo de cocinado en fogón mejorado tipo 2	64
Gráfico N° 9 Tiempo de cocinado en fogón tradicional.....	65
Gráfico N° 10 Relación tiempo de cocinado fogones estudiados	67
Gráfico N° 11 Altura de la chimenea fogón mejorado tipo 1	72
Gráfico N° 12 Relación altura de chimenea y consumo específico de combustible en fogones mejorado tipo 1	73
Gráfico N° 13 Comparación Consumo Específico de Combustible fogón mejorado tipo 1	76
Gráfico N° 14 Comparación tiempo de cocinado fogón mejorado tipo 1	76

I. INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad la leña ha sido la fuente de calor más utilizada por el hombre, ya que es más accesible que otros combustibles y en la actualidad se sigue quemando con métodos tradicionales. Según datos del Instituto Nacional de Energía (INE), la leña representa el 55.9% de la energía consumida a nivel nacional. Sin embargo se consume una gran cantidad de combustible y se producen emisiones de partículas y gases de combustión que afectan negativamente a la salud humana.

En el marco de la Estrategia Nacional de Leña y Carbón Vegetal de Nicaragua para el período 2011-2021, se incide en la necesidad de “mejorar la eficiencia energética en la utilización de la leña y del carbón vegetal” y propone para ello “Fortalecer los programas sociales para la distribución de cocinas mejoradas en hogares rurales y peri-urbanos” (Gonzalez Exposito, 2013)

Diversas organizaciones han emprendido programas para promover el uso de fogones mejorados, principalmente en sectores rurales del país, sin embargo, los resultados del uso de estos, no han sido monitoreados ni evaluados en su totalidad.

Por lo antes planteado y la importancia que representa la evaluación de la eficiencia energética en fogones, se dispuso a realizar el presente estudio de determinación de niveles de eficiencia energética en fogones mejorados de adobe contruidos por el Colectivo Zompopo en el año 2014 (de ahora en adelante fogón mejorado tipo 1), en las comunidades Agua Zarca, La Estancia y Los Calpules del municipio de Sébaco. Asimismo se tomaron en cuenta nuevos fogones mejorados de adobe contruidos en 2016 (de ahora en adelante fogón mejorado tipo 2) en las comunidades Piedra de Agua, El Carrizo y Casa Sola del municipio de Matagalpa. De esta manera se comparó los niveles de eficiencia energética de ambos diseños contruidos, ya que uno y otro difieren en algunos aspectos en su construcción.

Para la evaluación de los fogones se utilizó la prueba de cocinado controlado (CCT por sus siglas en inglés), la cual permitió medir el rendimiento de los fogones mejorados en términos de consumo específico de combustible y tiempo de cocción, para ser comparados con el rendimiento de los fogones tradicionales.

II. JUSTIFICACIÓN

En los hogares Nicaragüenses, principalmente en el área rural se cocina utilizando un fogón abierto que consume una gran cantidad de combustible, degradando el medio ambiente y afectando la salud de las familias involucradas en la preparación de alimentos.

En base a esta problemática en Nicaragua muchas organizaciones trabajan actualmente financiando, promoviendo o construyendo fogones mejorados, sin embargo no existe un seguimiento y monitoreo que evalúe los resultados e impactos del uso de dichos fogones.

En el año 2014 el Colectivo Zompopo ejecutó un proyecto de construcción de fogones de adobe mejorados en 6 comunidades del municipio de Sébaco. De igual manera entre marzo y julio del presente año ejecutó un nuevo proyecto de construcción de fogones mejorados en 3 comunidades del municipio de Matagalpa. Por lo antes expuesto, surgió la necesidad de evaluar los niveles de eficiencia energética de ambos diseños de fogones mejorados y fogones tradicionales contruidos en dichas comunidades, para luego comparar el rendimiento de éstos, propósito principal del presente estudio.

En el presente estudio también se determinó la incidencia que tiene en la eficiencia energética la variación de la altura de la chimenea en el fogón mejorado tipo 1.

Así, programas y futuras familias beneficiadas contarán con la información para valorar la eficiencia energética de los fogones mejorados de adobe, en la mejora de diseños y construcción de los mismos.

III. OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar eficiencia energética de Fogón mejorado de Adobe, en las comunidades Agua Zarca, La Estancia, Los Calpules en el municipio de Sébaco y comunidades de Piedra de Agua, Casa Sola y El Carrizo del municipio de Matagalpa.

Objetivos Específicos

1. Describir el diseño y materiales utilizados en la construcción del fogón mejorado de Adobe para identificar las modificaciones que se han realizado al mismo.
2. Calcular el rendimiento energético del fogón en términos de consumo específico de combustible y tiempo de cocción.
3. Comparar el rendimiento energético de los fogones mejorados de adobe contruidos en las comunidades en estudio, incluyendo fogones tradicionales.
4. Determinar la incidencia en el rendimiento energético del fogón mejorado tipo 1 con respecto a la variación de medida de la chimenea y las modificaciones hechas a este diseño.

IV. MARCO TEÓRICO

En este acápite se presentan aspectos teóricos relacionados a la temática de investigación.

Generalidades de uso de la leña en Nicaragua

Según el Ministerio Agropecuario (2008) la leña constituye el principal producto forestal en la economía nacional en términos de volumen aprovechado y consumido, ya que la gran mayoría de los hogares del país la usan para la cocción de alimentos.

Se estima que en el año 2000 el consumo de leña fue de 5.6 millones de m³ y que para el 2020 se aproxime a los 6 millones de metros cúbicos. En el balance energético nacional para los años 2000 y 2001 la leña constituye una de las principales fuentes de energía dentro del consumo nacional con aportes del 53% y el 55%, respectivamente.

De acuerdo a Javier Orki González Expósito (2013) en su “Estudio Comparativo de Estufas Mejoradas en Nicaragua”, en la actualidad casi la mitad de la población mundial cocina, hierve agua o calienta sus casas a través de la quema de madera, estiércol, residuos agrícolas, o carbón en fuegos abiertos o estufas rudimentarias. El cocinar con leña es una de las formas más difundidas de preparar los alimentos, en Nicaragua el 56,5% de la población tanto en el área rural como urbana cocina con este tipo de combustible. La forma de cocción tradicional consume una gran cantidad de combustible que produce emisiones de partículas y gases de combustión afectando la salud humana.

En este sentido se precisa un mecanismo que mejore los tradicionales métodos de combustión de la leña en el domicilio. Existen mejoras tecnológicas conocidas como “fogones mejorados”, cuyo objetivo es reducir el uso de combustible y proveer una combustión más limpia. Un fogón mejorado es un sistema de cocción de alimentos que permite ahorrar combustible

(generalmente leña) y a la vez reduce significativamente la cantidad de emisiones nocivas para la salud humana.

Tipos de fogones mejorados

Con el fin de promover la modernización del uso de la biomasa como fuente energética en Nicaragua, diversas organizaciones se han dado a la tarea de buscar alternativas para dicha promoción, mediante el desarrollo, investigación y aplicación de tecnologías apropiadas, entre las que se destacan, el mejoramiento del uso de la leña y su eficiencia, a través de fogones mejorados de leña, entre los que se destacan los siguientes modelos:

- **Modelo Emelda**

Este modelo es apto para el hogar y para negocio, sirve para cocinar a la plancha, se pueden usar peroles de gran tamaño y tiene reductores para peroles de menor tamaño, (Proleña, 2010).

Cuenta con dos hornillas que se adaptan a varios tipos de porras incluso de gran capacidad y peso, lo que permite hacer grandes sopas y nacatamales. Incluso sin tener chimenea la cocina emite poco humo, (González, 2013, pág. 16).

Figura N° 1 Modelo Emelda



Fuente: (Proleña,

- **Modelo Ceta modificada**

Cuenta con dos hornillas y chimenea. La capacidad de las ollas se decide en el momento de construcción. Dicho fogón es eficaz para ollas de unos 12 litros de capacidad. Es un modelo muy usado en zonas rurales de Nicaragua. Cocina bastante bien alimentos que requieren fuego directo como el arroz. Presenta un alto ahorro de combustible y reducción de humo, (González, 2013, pág. 22).

- **Modelo Inkawasi**

Es un fogón fijo construido a base ladrillos y cemento, con chimenea y dos hornillas. Tiene una capacidad para ollas de hasta 12 litros que se decide en el momento de su construcción. Ahorra leña y reduce en alto grado la emisión de humo en la casa, (González, 2013, pág. 26).

- **Modelo Joco-Justa**

Está fabricado a base de ladrillo, lo que lo hace fijo y cuenta con chimenea para expulsar el humo, viene equipado con una plancha que puede ser usada en la preparación de tortillas y se puede retirar para cocinar más rápido en ollas de hasta 12 litros de capacidad. Gracias a su construcción es un fogón bastante resistente y reduce el humo en gran medida, (González, 2013, pág. 28).

- **Modelo Lorena**

Es un fogón fijo, basado en una tecnología antigua que se ha ido perfeccionando para las zonas rurales de Nicaragua. Se construye con lodo y arena, tiene una chimenea de concreto y dispone de hasta tres hornillas. No es muy adaptable a distintos tipos de ollas ya que los huecos de las hornillas se construyen de un tamaño elegido por el usuario, pero no se pueden poner ollas demasiado pesadas. Presenta una disminución media en el consumo de leña, así como en la cantidad de humo, (González, 2013, pág. 30) .

- **Modelo Reyna**

Este modelo es apto para el hogar en familias numerosas y para negocios como comiderías. Tiene dos planchas de lámina de hierro y cada una posee un orificio con reductores para ajustarse a peroles o pailas de menor tamaño, (Proleña, 2010).

Figura N° 2 Modelo Reyna

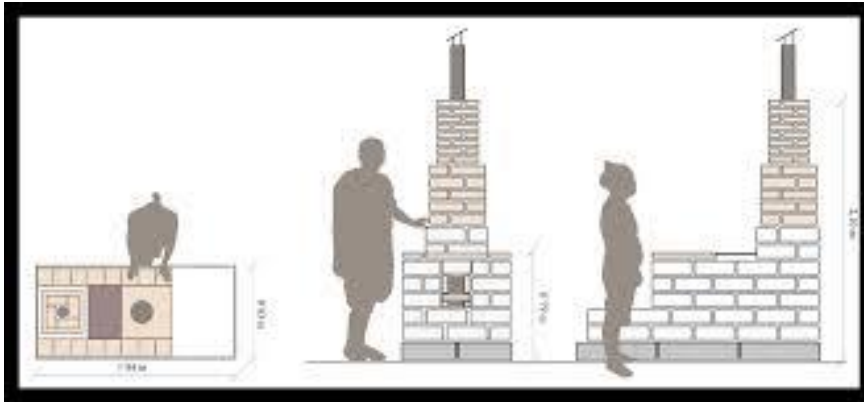


Fogones Mejorados de Adobe

Su objetivo principal es mejorar las condiciones de vida familiar en un entorno más saludable, reduciendo la deforestación y las enfermedades derivadas del humo.

El fogón mejorado está compuesto principalmente de adobe y ladrillo cocido artesanal, producido en las comunidades. La cámara de combustión, basada en los principios de la estufa 'Rocket', es un espacio reducido y bien ventilado. Constituida con ladrillos de tierra cocida y aislada con materiales refractarios y de gran resistencia térmica, mantiene y aprovecha el calor obteniendo así un ahorro energético.

Figura N° 3 Diseño Fogón mejorado de Adobe



Consta de una chimenea construida con ladrillos cocidos de varios tamaños y una columna piramidal estable ante temblores que aísla del calor evitando quemaduras por contacto. (Colectivo Zompopo, 2014, pág. 3)

Combustión de sólidos

La combustión es el conjunto de reacciones químicas exotérmicas en las que interviene el oxígeno, produciendo energía aprovechable, luego de que el combustible se calienta hasta la temperatura de Ignición, (Food and Agriculture Organization, 1991). Los combustibles sólidos naturales son principalmente la leña, el carbón y los residuos agrícolas de diverso origen.

La temperatura de ignición es aquella a la cual la energía que se genera en la reacción es superior a la energía que se pierde en el ambiente, lo cual permite mantener la combustión. La temperatura de ignición depende de la presión ambiental, del comburente (aire u oxígeno puro) y del combustible que se emplee. (Food and Agriculture Organization, 1991)

Eficiencia energética

La eficiencia energética de un fogón, es la razón para expresar la cantidad de calor efectivamente utilizado para llevar a cabo la cocción de un determinado volumen de alimento o calentamiento de agua. (BUN - CA, 2012)

Por tanto, cuanto menor sea el consumo de leña, mayor será la eficiencia del fogón. Al mismo tiempo está estrictamente relacionada con la eficiencia térmica en comparación con los fogones abiertos, los cuales disipan al ambiente la mayor cantidad de calor generado durante la combustión.

Protocolos utilizados para el cálculo del rendimiento de los fogones

A continuación se describen las principales pruebas que se llevan a cabo para calcular el rendimiento energético de los fogones mejorados.

- **CCT (CONTROLLED COOKING TEST) Prueba Controlada de Cocinado**

Está diseñada para evaluar el desempeño del Fogón mejorado en relación con los fogones comunes o tradicionales. Los fogones se comparan mediante una tarea de cocinado estándar que sea común y cotidiana en una localidad. Sin embargo, las pruebas están diseñadas para minimizar la influencia de otros factores y permitir que las condiciones de prueba sean reproducidas. (Unidad de Ecotecnologías, 2011)

Es necesario realizar mínimo 3 repeticiones de las pruebas, se necesita equipo técnico y cocinera, para llevarla a cabo.

Los resultados que se obtienen con CCT son:

- El tiempo para realizar la cocción.
- El combustible consumido.
- La tasa de combustión.

- **WBT (Water Boiling Test) Prueba de ebullición de agua**

Según Stove Team International, la prueba de Ebullición de Agua es una simulación simple del proceso de cocción con la finalidad de medir cuan

eficiente es un fogón en utilizar combustible para calentar el agua en una olla y la cantidad de emisiones producidas durante el proceso.

Los principales beneficios son los siguientes:

- Proveer asesoría inicial o de laboratorio del desempeño de un fogón en un ambiente controlado.
- Comparar la efectividad de cada modelo al desarrollar tareas similares de cocción.
- Evaluar cambios en los fogones durante su desarrollo.
- Seleccionar los productos más prometedores en cuanto a evaluaciones en campo.
- Asegurar que los fogones fabricados cumplan con el desempeño basado en el diseño.

La prueba de ebullición de agua fue desarrollada para evaluar la actuación del fogón en una forma controlada, y por lo tanto es probable que no se parezca a las costumbres de cocción locales como otras pruebas descritas. Aunque el WBT es una herramienta útil por las razones expuestas anteriormente, es importante tener en cuenta sus limitaciones.

Es una aproximación del proceso de cocción y se lleva a cabo en condiciones controladas. Los resultados de las pruebas de laboratorio pueden diferir de los resultados obtenidos al cocinar los alimentos reales con los combustibles locales, incluso si la eficiencia y las emisiones se midieron exactamente de la misma manera para ambas pruebas.

- **KPT (Kitchen Performance Test) Prueba de funcionamiento en cocina**

Es un estudio más complejo del WBT y CCT

- Es un estudio cualitativo y cuantitativo
- Procedimiento de muestra y diseño de estudio con críticos.

- Variedad en “la vida real” aumenta el número necesario de muestras para lograr estadísticas válidas (muchas veces más de 40 casas)
- Mide la cantidad de leña usada y satisfacción del cocinero.
- Con el metro IAP se puede medir concentración de contaminación.

En el KPT se mide la leña usada por una cantidad de días, se pesa la cantidad total de leña cada día. Así mismo, se debe decidir si se quiere una “Muestra Pareada” o “Estudio Transversal”. El tamaño de la Muestra se determina por el tipo, coeficiente de variación y reducción esperada, (Cocinas Mejoradas Perú, pág. 3).

V. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

El fogón mejorado de adobe presenta mejor eficiencia energética en comparación con el fogón tradicional.

VI. METODOLOGÍA

A continuación se detalla la metodología que se utilizó para el desarrollo de la investigación, como la ubicación del estudio, tipo de investigación, las actividades que se realizaron para lograr los objetivos planteados, universo y muestra, procesamiento y análisis de la información.

6.1. Ubicación del estudio

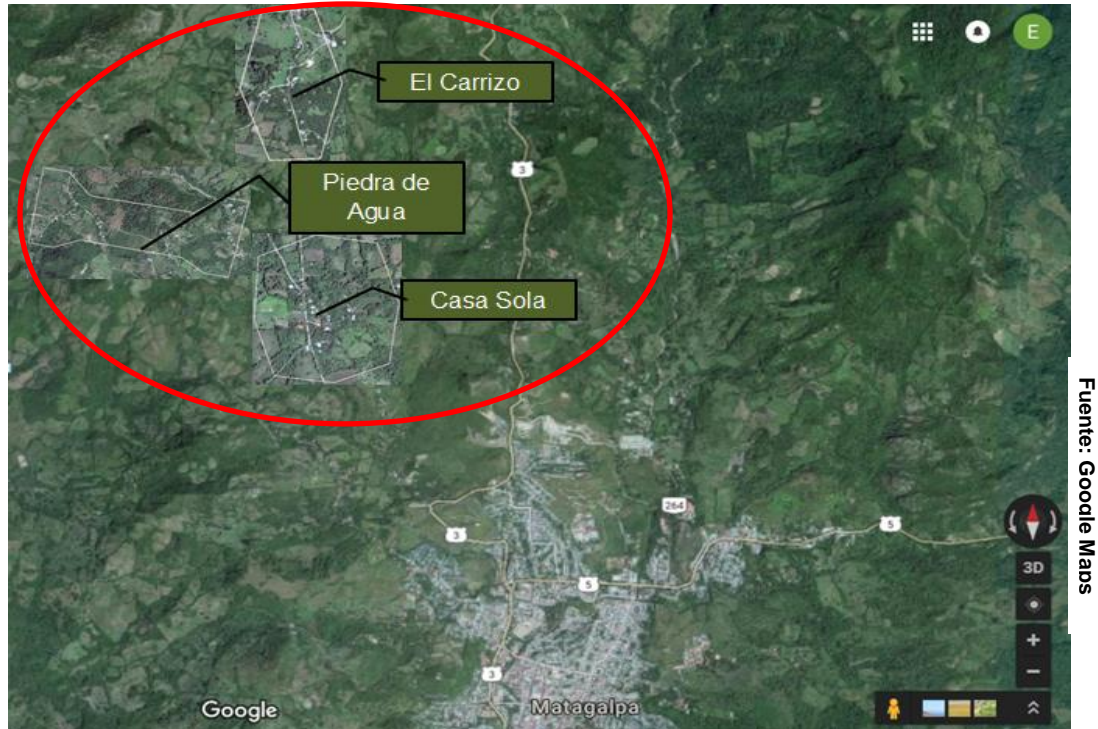
El estudio se llevó a cabo en las comunidades de Tres Pinos (Piedra de Agua, Casa Sola y El Carrizo) del municipio de Matagalpa, departamento de Matagalpa y en las comunidades de Tierra Caliente (Agua Zarca, La Estancia y Los Calpules), del municipio de Sébaco, departamento de Matagalpa.

Las comunidades de Tres Pinos están ubicadas a 7 km al norte del municipio de Matagalpa y a 136 km de Managua, capital de la República de Nicaragua.

En la zona prevalece un clima templado y lluvioso caracterizado por mostrar temperaturas medias anuales de 18 °C, debido a que corresponde a lugares situados arriba de los 1,000 m.s.n.m. con precipitaciones promedio anuales que oscilan entre los 1,000 mm – 1,800 mm. (INETER, 2012)

En la figura número 4 se muestra la ubicación de las comunidades de Tres Pinos

Figura N° 4 Ubicación de comunidades de Tres Pinos



Las comunidades de Tierra Caliente están ubicadas a 17 km al norte del municipio de Sébaco y a 99 km de Managua, capital de la República de Nicaragua.

En la zona prevalece un clima seco y árido caracterizando por mostrar una estación seca muy severa con temperaturas medias anuales entre 23 °C y 27 °C, debido a que corresponde a lugares situados entre 600 y 700 m.s.n.m. con un promedio de precipitaciones anual de 650 mm – 800 mm. (INETER, 2012)

En la figura número 5 se muestra la ubicación de las comunidades de Tierra Caliente.

Figura N° 5 Ubicación de comunidades de Tierra Caliente



Fuente: Google Maps

6.2. Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptiva, utilizando métodos combinados de la investigación cualitativa y cuantitativa, ya que mide y evalúa diversos aspectos relacionados al rendimiento energético y la eficiencia de combustión de fogones mejorados de adobe.

De igual manera es una investigación de estudios de medición de variables independientes, ya que se cuantifican variables como: tiempo y combustión.

El desarrollo de la investigación, se realizó de acuerdo a las actividades por objetivos específicos planteados.

6.3. Actividades por objetivo específico

Objetivo 1: Describir el diseño y materiales utilizados en la construcción del fogón para identificar las modificaciones que se han realizado al mismo.

- La Asociación del Colectivo Zompopo realizó capacitación, con el propósito de explicar diseño y materiales para la construcción del fogón mejorado tipo 1.
- Se analizó “Manual para la auto-construcción de un fogón mejorado de Adobe” en donde se tomó en cuenta aspectos como: el diseño y materiales.
- Se realizó visita con el Colectivo Zompopo a las comunidades Agua Zarca, La Estancia y Los Calpules, en donde se recolectó toda la información referente al diseño y cambios efectuados en los fogones mejorados existentes en dichas comunidades.
- Se participó en la construcción comunitaria de los fogones mejorados tipo 2 en la comunidad de Piedra de Agua y en la UNI Sede Regional del Norte, a fin de conocer en detalle el diseño y materiales de los fogones.

Figura N°6 Construcción Fogón modelo comunitario



- Se recolectó la información sobre materiales y diseño.
- Posteriormente se procedió a digitar y procesar la información recolectada.

Objetivo 2: Calcular el rendimiento energético del fogón en términos de consumo específico de combustible y tiempo de cocción.

- Para el cálculo del rendimiento energético se concertó visita, a través de la Asociación del Colectivo Zompopo, con las familias beneficiarias de fogones mejorado tipo 1 y tipo 2 y las que tienen fogones tradicionales, en las comunidades objeto de estudio.
- Se diseñó instrumento para la aplicación de Test Controlado de Cocinado (CCT), (ver Anexo N° 5, pág. vii)
- Con base a resultados de un estudio previamente realizado (Ver Anexo N° 3, pág. iii), en donde se obtuvieron datos con una alta variabilidad, se realizó la estandarización de la metodología para poder realizar un segundo estudio con datos más sólidos
- Para la estandarización de la metodología fue necesaria una planificación con el Colectivo Zompopo y un técnico de la Universidad del país Vasco – España, para definir puntos a evaluar, entre los que se establecieron:
 - Tomar temperaturas en diferentes puntos del fogón cada 10 minutos para evaluar el enfriamiento y calentamiento del fogón entre cada prueba a realizarse. A través de esto establecer una temperatura de inicio en las pruebas.
 - Promover un medio de ignición del fogón general para todas las pruebas.
 - Utilizar los mismos recipientes de cocina en todos los fogones y todas las pruebas.

- Utilizar la misma cantidad de materia prima e insumos en todas las pruebas y controlar la manera de cocinar en todas las pruebas
- Llevar a cabo una prueba en un fogón modelo tomando en cuenta los puntos descritos anteriormente.

Figura N°7: Reunión con Colectivo Zompopo



- Se realizaron las pruebas en el fogón modelo construido en el Centro Escolar de la comunidad de Piedra de Agua y en base a los puntos evaluados se llegó a los siguientes criterios para la evaluación:

Figura N° 8: Prueba en fogón modelo

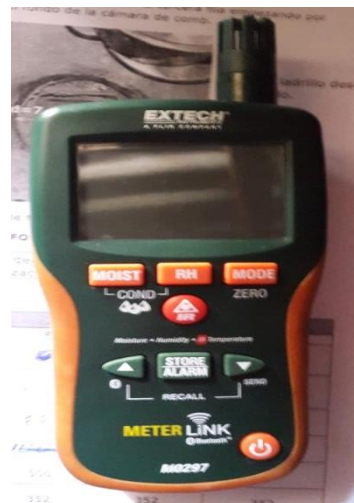


- **Temperatura en el fogón**

Utilizando un higrómetro sin agujas para medición de humedad con termómetro, Modelo MO297 se realizaron las mediciones de temperatura en diferentes puntos del fogón.

Se estableció que los puntos importantes a controlar temperatura fueron: la parrilla en el interior de la cámara de combustión y el ladrillo interior en la cámara de combustión, puesto que es donde se almacena más calor.

Figura N° 9 Higrómetro sin agujas



Se determinó que la temperatura en frío idónea para iniciar la prueba fue de ± 90 °C en la parrilla de la cámara de combustión y registrar la temperatura del ladrillo interior de la cámara de combustión. (Ver Anexo N° 4 pág. v)

Si el fogón estaba por debajo de esta temperatura se procedió a calentarlo hasta alcanzar dicha temperatura y si el fogón estaba por encima de la temperatura se esperaba a que enfriara y alcanzara la temperatura establecida.

- **Medio de ignición para todas las pruebas**

Puesto que en las comunidades las familias encienden el fogón con los medios con los que cuentan o les resulta más favorable, se propuso establecer el ocote, como único medio de ignición, debido a que es el más utilizado en las comunidades y es de fácil acceso.

Para encender el fogón se pretende utilizar la misma cantidad de ocote en todas las pruebas.

- **Recipientes de cocina**

Se estableció el uso de los mismos recipientes para el cocinado de arroz, los mismos recipientes para el peso de carbón y recipientes de 1000 ml para medir el agua utilizada en la preparación del arroz.

Figura N° 10 Recipientes de cocina



- **Cantidad de materia prima e insumos y controlar la manera de cocinar**

En los hogares, se seleccionó arroz como alimento a preparar, debido a que es uno de los alimentos básicos en la dieta de los comunitarios.

Se estableció llevar a cabo las siguientes actividades

Lavar el arroz con 0,5 L de agua. Dejar escurrir unos 3 minutos.

Una vez que el fogón se encontrara en la temperatura establecida para realizar las pruebas proceder a encenderlo utilizando ocote como medio de encendido.

Cuando el fogón alcance el calor necesario (percepción de las cocineras) se procede a colocar el perol (recipiente de cocina) con 4 cucharadas grandes de aceite, posteriormente verter el arroz y remover enérgicamente y dejar destapado

Cuando esté dorado (percepción de la cocinera), se vierte 1 L de agua y se deja tapado.

Cuando está cocinado (percepción de la usuaria) Se apunta la hora fin del cocinado.

- Debido al acceso y recursos disponibles se tomaron 8 hogares con fogones mejorado tipo 1, 11 hogares con fogones mejorado tipo 2 y 5 hogares con fogones tradicionales.

- En cada hogar se realizaron 3 repeticiones de CCT, para obtener datos más confiables en la determinación del tiempo necesario en la preparación de un alimento y el consumo específico de combustible (gr. de combustible por kg. de alimento final).

Figura N° 11 Pesado de materiales



- Se cocinó 1 lb neta de arroz, con insumos como: sal, agua y aceite. Las cantidades utilizadas de arroz y el método de cocinado, se repitió en cada una de las pruebas y fogones evaluados.
- Para cada prueba se utilizó “Ficha Prueba Controlada de Cocinado”, (Ver Anexo N°1, pág. i) Se pesaron los recipientes utilizados, la leña inicial (Ver Anexo N° 11 pág. xlii), se anotó la hora de inicio y se procedió a cocinar, posteriormente se anotó la hora de finalizado de la prueba, la cantidad de alimento cocinado, la leña semi quemada, el carbón y cenizas sobrante.
- En la siguiente tabla número 1 se muestra el tipo de leña que fue utilizado en las comunidades para la realización de las pruebas, así como su valor calorífico tomado de National Academy of Sciences, (1983)

Tabla N° 1 Tipo de leña utilizada para las pruebas

Comunidad	Tipo de leña	Uso como combustible	Humedad	Valor calorífico (por gramo de materia seca)
La Estancia, Los Calpules, Agua zarca	Guayabo	Se usa la	10%	4,792 kcal con
	(Psidium guajava)	madera dura, fuerte y pesada		0.85% de ceniza
	Vainilla (Vanilla insignis)	Es una buena leña con gravedad específica de 0.50-0.70	11.6 %	3,530-3,940 kcal
El Carrizo, Casa Sola, Piedra de Agua	Chaperno (Albizia falcataria)	La madera es ligera, suave y carece de fuerza	13.5%	2,865-3,357 kcal

Fuente: Elaboración propia

- Los datos que se obtuvieron se aplicaron para calcular el consumo específico de combustible y el tiempo de cocinado para cada prueba, haciendo uso de las siguientes fórmulas tomadas de González Expósito, (2013)

Fórmula 1: Peso de combustible final

$$P_{comb1} = (Pl + leñaf1) + (Pc + Ls1) - Pl - Pc$$

En donde:

Pcomb1: Peso combustible final

Pl: Peso recipiente leña inicial

leñaf1: Peso leña inicial

Pc: Peso recipiente leña semiquemada

Ls1: Peso leña semiquemada

Fórmula 2: Peso total de la comida cocinada (gr)

$$W_F = \sum_{i=1}^4 (Pj_f - Pj)$$

En donde:

W_F: Peso total de la comida cocinada (gr.)

Pj_f: Peso final del alimento cocinado.

Pj: Peso recipiente

Fórmula 3: Peso de carbón restante (gr)

$$\Delta C_c = K - C_c$$

En donde:

ΔC_c: Peso Carbón restante (gr.)

K: Peso Carbón

C_c: Peso recipiente Carbón

Fórmula 4: Equivalente de leña seca consumida

$$f_d = (f_f - f_i) * (1 - (1.12 * m)) - 1.5 * \Delta C_c$$

En donde:

f_d : Equivalente leña seca consumida (gr.)

f_f : Peso leña final (gr.)

f_i : Peso leña inicial (gr.)

m : Humedad relativa de la leña. (La humedad relativa de la leña se obtuvo con el uso del higrómetro, midiendo la humedad a cada moño de leña que se utilizó)

ΔC_c : Peso carbón restante (gr)

Figura N° 12 Medición de humedad de leña



Fórmula 5: Tiempo de cocinado (minutos)

$$\Delta t: t_f - t_i$$

En donde:

Δt : Tiempo de cocinado (minutos)

t_f : Tiempo final

t_i : Tiempo Inicial

Fórmula 6: Consumo específico de combustible

$$SC = \frac{f_d}{W_f} * 1000$$

En donde:

SC : Consumo específico de combustible

f_d : Equivalente leña seca consumida

W_f : Peso Total comida cocinada

- Es de destacar que para el cálculo del consumo específico de combustible y el tiempo de cocinado se utilizó la plantilla Excel: *Controlled Cooking Test (CCT) data calculation sheet v.2.0.* (Ver Anexo N°6, pág. xxxi)

Objetivo 3: Comparar la eficiencia energética de los fogones mejorados de adobe contruidos en las comunidades en estudio, incluyendo los fogones tradicionales

- Mediante el cálculo de la eficiencia energética de los fogones mejorados y los fogones tradicionales se procedió a compararlos, con el fin de comprobar la hipótesis de la investigación.
- Las comparaciones de rendimiento energético y tiempo de cocinado se realizaron mediante el análisis de la varianza, con el fin de comprobar las diferencias significativas entre las variables estudiadas.

- De igual manera se utilizó la prueba LSD Fisher para la comparación de medias de las variables estudiadas.

Objetivo 4: Determinar la incidencia en el rendimiento energético del fogón mejorado tipo 1 con respecto a la variación de medida de la chimenea y las modificaciones hechas a este diseño.

- Para lograr este objetivo se realizaron inspecciones visuales y mediciones en la chimenea del fogón mejorado tipo 1 estudiados.
- De igual manera se identificó cambios o mejoras que se le hayan hecho a los mismos por parte de los comunitarios.
- Cabe mencionar que durante la realización de las pruebas se hizo un conversatorio con las familias involucradas con el fogón mejorado tipo 1, en donde se identificaron: experiencia de las cocineras con el uso del fogón, los obstáculos y cambios que se le han realizado y el mantenimiento que le dan las familias. (Ver Anexo N° 1, pág. i)
- Se realizó la prueba de Coeficiente de Correlación lineal de Pearson, la cual midió el grado de relación entre las variables altura de chimenea y consumo específico de combustible para el fogón mejorado tipo 1.
- Posteriormente se analizaron y compararon los resultados obtenidos en las mediciones y en los cambios hechos al fogón mejorado tipo 1, en donde se evaluó la incidencia en la eficiencia energética de dichos cambios.

6.4. Análisis y procesamiento de la información

Para el análisis y el procesamiento de la información obtenida se hizo uso de las siguientes herramientas informáticas:

- ✓ **Microsoft Word:** Mediante el uso de esta herramienta redactamos los informes, y transcribimos la toma de apuntes.
- ✓ **Microsoft Excel:** Se hizo uso para la generación y creación de tablas, recogida de datos, digitación de datos, realización de cálculos y gráficas.
- ✓ **Infostat:** Se hizo uso para analizar estadísticamente los datos obtenidos y gráficos elaborados.
- ✓ **SPSS:** Se utilizó para la realización de pruebas estadísticas a los datos obtenidos.

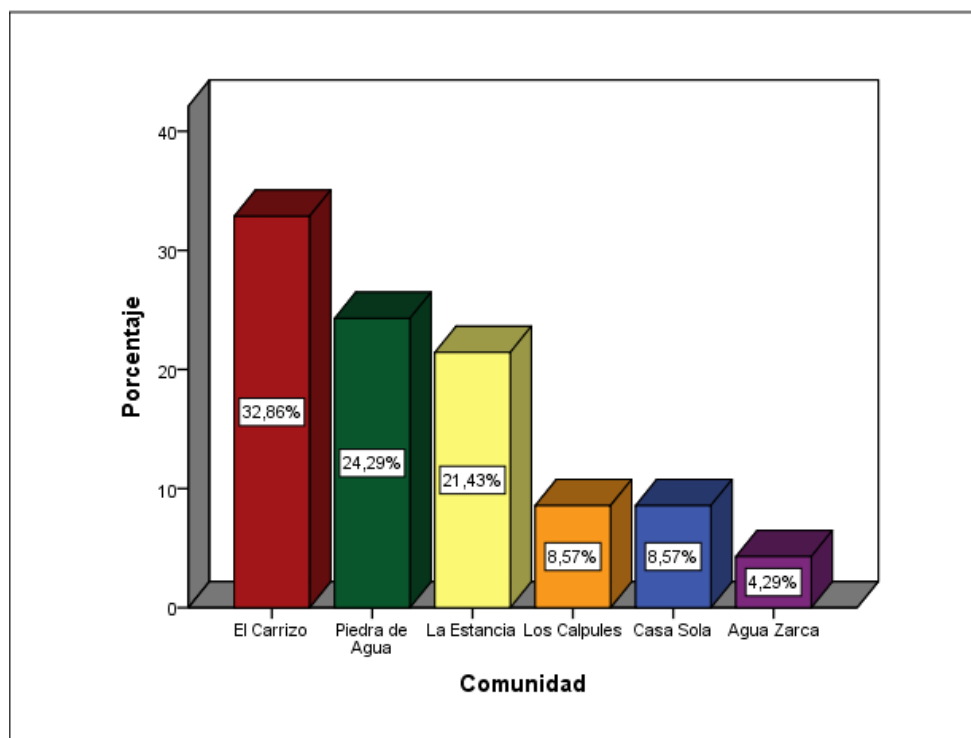
VII. ANÁLISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS

En el presente capítulo se abordan los resultados obtenidos de este estudio, de acuerdo a los objetivos planteados.

Para la realización de este estudio se tomaron como muestra 8 hogares con fogones mejorado tipo 1, 11 hogares con fogones mejorado tipo 2 y 5 hogares con fogones tradicionales.

En el gráfico número 1, se muestra la cantidad de fogones en los que se realizaron las pruebas por comunidad, siendo los porcentajes más altos en la comunidad El Carrizo y menor cantidad de fogones evaluados en la comunidad Agua Zarca. Es importante destacar que la selección de los fogones se realizó por la disponibilidad de las familias beneficiadas.

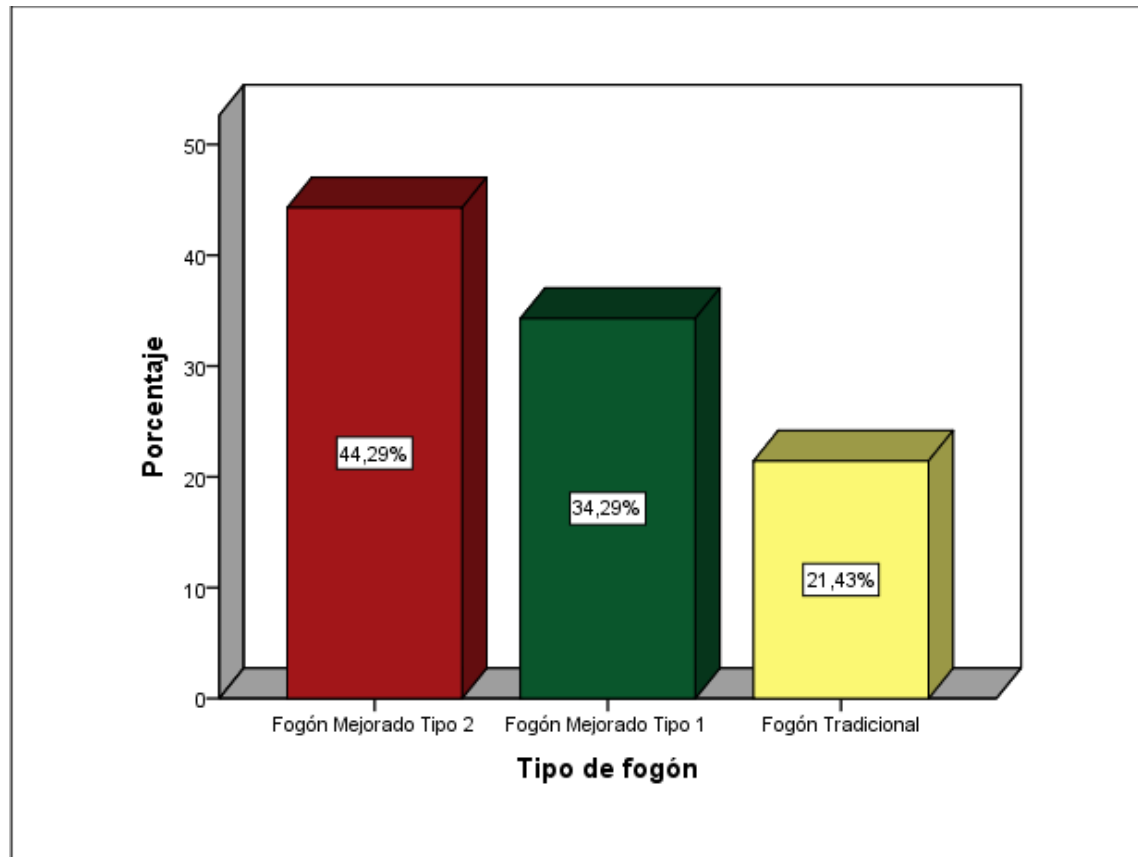
Gráfico N° 1 Cantidad de fogones evaluados por comunidad



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico número 2, se muestra la cantidad de fogones analizados por tipo de diseño evaluado. Siendo el de mayor porcentaje el fogón mejorado tipo 2 con un valor de 44.9%, estando estos incluidos en el segundo muestreo realizado. Es importante destacar que se analizaron los fogones mejorados tipo 2, por la disponibilidad de las familias beneficiadas y acceso a las comunidades.

Gráfico N° 2 Cantidad de fogones evaluados por tipo de diseño



Fuente: Elaboración propia

En la tabla número 2 se detalla la cantidad de hogares con fogones mejorado tipo 1, mejorado tipo 2 y fogones tradicionales denominado tipo 3 en las comunidades en estudio.

Tabla N° 2 Número fogones por comunidad seleccionados para el estudio

Comunidad	Hogares con fogón mejorado tipo 1	Hogares con fogón mejorado tipo 2	Hogares con fogón tradicional	Total de hogares
Los Calpules	2			2
La Estancia	5			5
Agua Zarca	1			1
El Carrizo		7	1	8
Piedra de Agua		4	2	6
Casa Sola			2	2
Total	8	11	5	24
Fuente: Elaboración propia				

7.1. Descripción del fogón mejorado tipo 1

El fogón mejorado tipo 1 construido en las comunidades La Estancia, Los Calpules y Agua Zarca, está compuesto principalmente de adobe y ladrillo cocido. El adobe es uno de los materiales más utilizados en este tipo de construcción, ya que, además de su solidez e inercia térmica es el más barato y el de uso más sencillo, que todos los materiales conocidos para construcciones autosustentables. La producción del adobe es hecha a mano y casi exclusivamente de recursos locales en cuanto a mano de obra o materia prima.

En un estudio sobre el ladrillo y la estructura en la arquitectura, se encontró que el ladrillo al ser elaborado en hornos, presenta una buena reacción al calor, por ser un material cocido y probado al fuego, así mismo es absorbente de la humedad y un buen aislante térmico, añadiendo que demuestra un buen envejecimiento y posee buen aspecto y calor. (González Luz, 2013, pág. 6)

En la tabla número 3 se presenta la conductividad térmica de los principales materiales con los cuales es construido el fogón mejorado.

Tabla N° 3 Conductividad térmica de materiales

Materiales	Conductividad térmica (W/m k)
Ladrillo cocido	1
Adobe	0.53
Ceniza	1.4
Hierro	80
Fuente: (Fernández Luzuriaga, 2015)	

La estructura del fogón es levantada por tierra cruda; paredes aislantes y transpirables construidas con 110 ladrillos de dimensiones 30 cm x15 cm x10 cm.

La cámara de combustión está basada en los principios de la estufa 'Rocket', es un espacio reducido y bien ventilado. Construida con ladrillos de tierra cocida y aislada con materiales refractarios y de gran resistencia térmica que mantiene y aprovecha el calor obteniendo. (Carrillo Palacios & de la Rica Extremiana, 2014)

Figura N° 13 Cámara de Combustión Fogón Mejorado



Según Carrillo Palacios & de la Rica Extremiana, (2014) el diseño de la chimenea es duradero, barato, aislante y anti-sísmico, descartando las metálicas y de cemento dado su elevado precio, su corta durabilidad y sus malas reacciones al calor, construida con ladrillos cocidos, iniciando con una base de adobe. Se levanta una columna piramidal estable ante temblores que aísla del calor evitando quemaduras por contacto.

El tamaño de la chimenea depende del tamaño del techo de las cocinas de las familias.

Figura N° 14 Chimenea Fogón Mejorado



El fogón mejorado posee una tronera elaborada de ladrillo cocido con dimensiones de 50*50*7.5 cm, en la cual reposan los recipientes utilizados a la hora de cocinar.

Figura N° 15 Tronera del fogón mejorado



Posee una plancha metálica de hierro negro con espesor de 1/8", dimensiones de 50*30 cm, situada junto a la tronera. El calor generado en la plancha permite utilizarse para la realización de tortillas.

Figura N° 16 Plancha metálica fogón mejorado

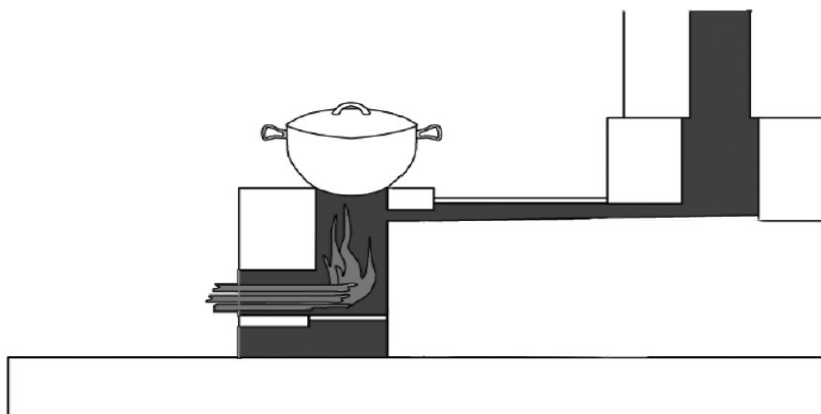


Según (Carrillo Palacios & de la Rica Extremiana, 2014, págs. 4-5) el interior del fogón mejorado de adobe está adaptado a principios básicos de diseño entre los que se mencionan:

- Aislamiento del fuego con materiales ligeros y resistentes al calor

- Corriente de aire por debajo de la cámara de combustión para no ahogar el fuego.
- Aislamiento de la trayectoria del aire caliente empleando ceniza.
- Zona de aire caliente constante para que el flujo de gases de combustión sea parejo.

Figura N° 17 Diseño interior de fogón mejorado de adobe



Fuente: (Carrillo Palacios & de la Rica Extremiana, 2014, pág. 12)

Cabe mencionar que el costo del fogón por familia es de aproximadamente 1,600 córdobas, los comunitarios que construyeron los fogones asumieron el 50% del costo total de los materiales del fogón, equivalente a 800 córdobas.

En la tabla número 4 se detallan los materiales, la cantidad, medida y el precio para la construcción del fogón mejorado de adobe.

Tabla N° 4 Materiales y precio para la construcción del fogón mejorado de adobe

N°	Descripción	Cantidad	Medidas	Precio unitario C\$	Precio total C\$
1	Adobe	110	15x30x10 cm	3.00	330.00
2	Ladrillo cocido “cuarterón”	20	13x26x7.5 cm	2.00	40.00
3	Ladrillo cocido “Sapito XL”	11	10x26x5 cm	2.00	22.00
4	Ladrillo cocido “Sapito”	40	10x20x5 cm	2.00	80.00
5	Ladrillo cocido “cuadrado”	16	15x5x7.5	2.00	32.00
6	Ladrillo cocido “medio sapito”	2	5x20x5 cm	2.00	4.00
7	Tronera	1	50x50x7.5 cm	50.00	50.00
8	Plancha hierro negro 1/8”	1	50x30 cm	80.00	80.00
9	Varillas metálicas ½”	2	70 cm	7.75	15.50
10	Varillas metálicas ½”	4	35 cm	3.87	15.50
11	Varillas metálicas 3/8”	10	25 cm	3.90	39.00
12	Cemento	½	Bolsa	278.00	139.00
13	Gorro chino	1	-	50.00	50.00
14	Tubo de hierro negro 1/16”	1	1.2 m	100.00	100.00
15	Mano de obra	4	Hombres	100.00/día	400.00/ día
Para la construcción					
15	Agua	2	Bidón	-	-

16	Tierra cernida	5	Saco	10.00	50.00
17	Arena cernida	3	Saco	30.00	90.00
18	Estiércol cernido	1	Saco	-	-
19	Ceniza	2	Saco	10.00	20.00

Para el repello/enlucido

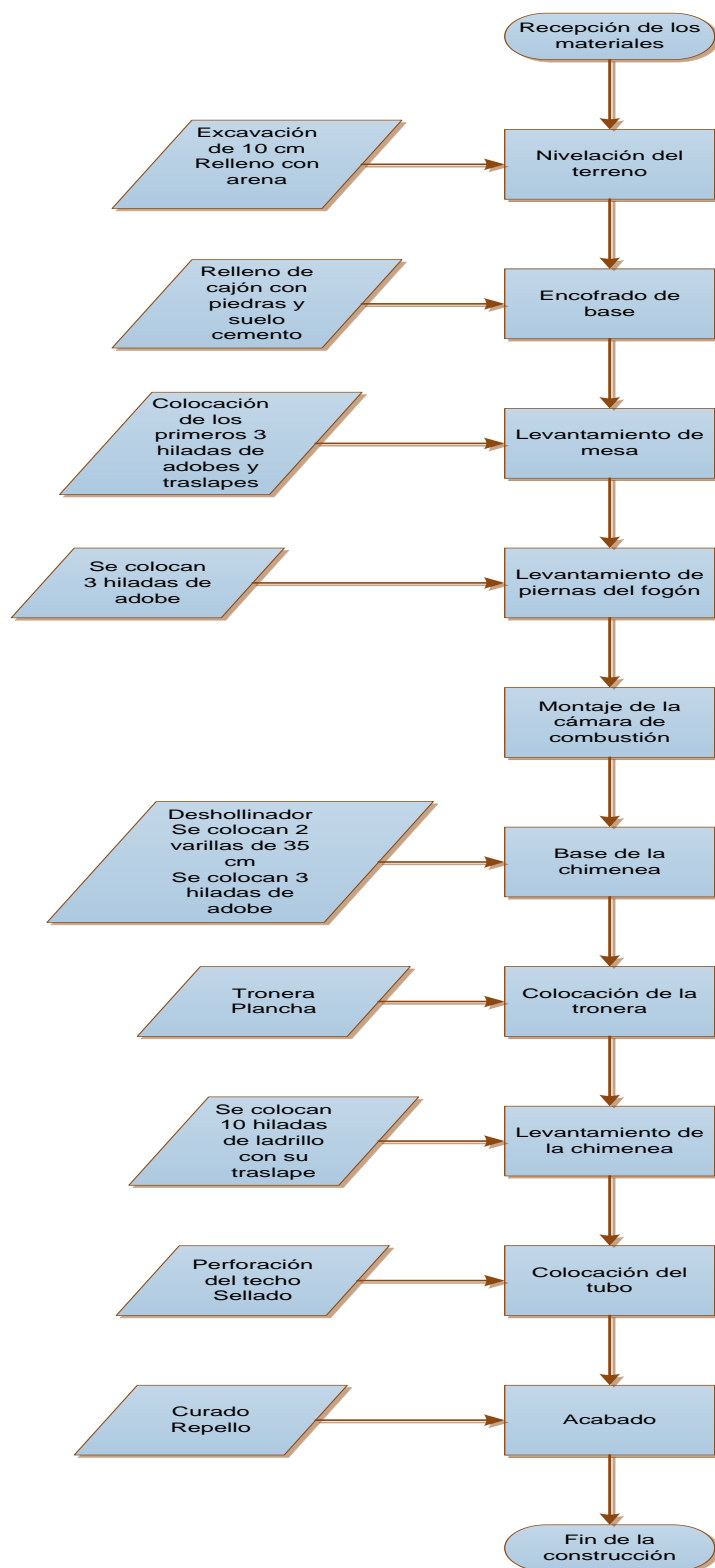
20	Guácimo de pitahaya	1	Balde	-	-
21	Tierra	5	Pana	-	-
22	Arena	1	Pana	-	-
23	Estiércol	1	Pana	-	-
24	Estiércol Vaca	1	Pana	-	-
25	Ceniza	1	Pana	-	-

Total					1,557.00
--------------	--	--	--	--	-----------------

Fuente: (Carrillo Palacios & de la Rica Extremiana, 2014, págs. 16-18)

En la figura número 18, se presenta el diagrama de flujo para la construcción del fogón mejorado de adobe tipo 1 y tipo 2, donde se representan las etapas y las actividades que son llevadas a cabo para el levantamiento del fogón.

Figura N° 18 Diagrama de flujo de construcción de fogón mejorado de adobe



7.1.1. Descripción de las etapas de construcción del fogón mejorado de adobe

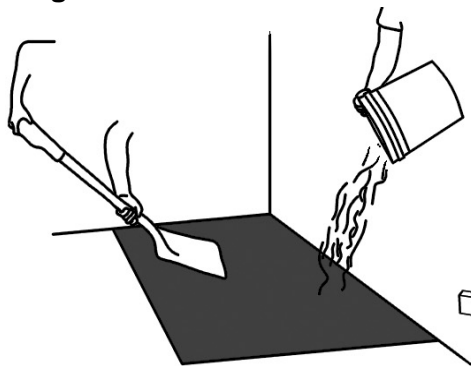
Recepción de los Materiales: en esta etapa se hace una recolecta de todos los materiales, insumos y herramientas necesarias para la construcción del fogón.

Figura N° 19 Recepción de materiales



Nivelación del Terreno: se excavan unos 10 cm en el terreno donde se ubicará el fogón, luego se rellena con arena y se riega hasta quedar bien nivelado.

Figura N° 20 Nivelación de terreno



Fuente: (Carrillo Palacios & de la Rica Extremiana, 2014, pág. 30)

Encofrado de Base: se colocan dos tablas de madera clavadas entre si formando un cajón. Se rellena el cajón con piedras hasta alcanzar el nivel de las tablas y se rellena con suelo cemento para obtener una capa superficial que quede bien nivelada.

Figura N° 21 Encofrado de base



Levantamiento de Mesa: se colocan las 3 primeras hiladas de adobe con su respectivo traslape, nivel y escuadra respetando siempre la medida de ancho del fogón. Luego se rellena con tierra el centro del fogón.

Figura N° 22 Levantamiento de mesa



Figura N° 23 Levantamiento de piernas del fogón

Levantamiento de piernas del fogón: se colocan otras 3 hiladas de adobe y se cortan 9 adobes con medidas de 27 cm, 26 cm, 8 cm (3 de cada medida). Esta etapa incluye la colocación de los adobes que formaran la base de la chimenea



Figura N° 24 Montaje cámara de combustión

Montaje de la cámara de combustión: se ubica la cámara de combustión y se rellena con ceniza hasta la altura de la quinta hilada.



Base de la chimenea: se colocan dos adobes en paralelo a la cámara de combustión, luego se ubican dos varillas de 35 cm como apoyo para la siguiente hilada de adobes. Además se corta un medio adobe dejándolo como una entrada llamada deshollinador.

Figura N° 25 Base de la chimenea



Encimera: se coloca la tronera centrada con respecto a la cámara de combustión. Para la colocación de la plancha será necesario ubicar 2 varillas metálicas que serán el soporte para lograr el nivel requerido.

Figura N° 26 Encimera del fogón



Levantamiento de la chimenea: se formará una “torre” con 10 hiladas de ladrillo (en dependencia del techo) logrando un nivel correcto y su respectivo traslape.

Figura N° 27 Levantamiento de chimenea



Colocación del Tubo: se perfora el techo por donde saldrá el tubo que viene de la chimenea. Se sella con cemento alrededor del tubo para que no se filtre el agua y se coloca el gorro chino dejando un espacio por donde saldrá el humo.

Figura N° 28 Colocación del tubo



Acabado: mientras el fogón se seca, se rajan algunas partes por lo cual se debe curar con agua. Asimismo para el repello se aplican dos capas dándole un acabado liso y suave.

El repello se obtiene con la mezcla de agua, mucilago de la corteza de guácimo o pitahaya, estiércol de ganado bovino y algunos tipos de tierra (arcilla, tierra blanca, arena).

Figura N° 29 Acabado



7.1.2. Identificación de cambios realizados al fogón mejorado tipo 1 por parte de los comunitarios.

Es importante destacar que cada familia ha construido su fogón adaptándolo según su conveniencia y en comparación con el fogón tradicional.

Durante la realización de las pruebas se llevaron a cabo mediciones de diseño en el fogón mejorado tipo 1, tomando como referencia la altura de la chimenea, y se hizo una verificación para ver las modificaciones por parte de los comunitarios en el fogón mejorado tipo 1 para comprobar como estos cambios inciden en la eficiencia energética del fogón, además de comprobar la incidencia que tiene la altura de la chimenea en la eficiencia del fogón. Ver detalle en tabla número 5.



Tabla N° 5 Altura de chimenea y cámara de combustión de los fogones mejorado tipo 1

Hogar	Comunidad	Altura chimenea (cm)	Cámara de combustión modificada/ Altura
Margarita García	Los Calpules	152	Sí/ 39 cm
Clementina Blandón	Los Calpules	131	Sí/ 38 cm
Simona Picado	La Estancia	89	No/ 48 cm
Ramona Castillo	La Estancia	108	No/ 46 cm
Marbely Cruz	La Estancia	127	No/ 45 cm
Lucia Picado	La Estancia	141	No/ 43 cm
Carlos Castillo	La Estancia	66	No/ 51 cm
Martha Chavarría	Agua Zarca	60	No/ 45 cm

Fuente: Elaboración Propia

Con la aplicación del instrumento de observación y en el conversatorio con las familias, se lograron identificar modificaciones hechas al fogón mejorado tipo 1, entre las que se describen en la tabla número 6.

Tabla N° 6 Cambios y observaciones realizadas a los fogones mejorados tipo 1 por las familias

Familia	Comunidad	Observaciones
Margarita García 	Los Calpules	<ul style="list-style-type: none"> • Le bajó 11 cm a las piernas del fogón, porque la llama demoraba en hacer contacto con la porra y no calentaba. • La parrilla de la cámara de combustión se quemó. • Amplió la cámara de combustión, al alterar la entrada del aire.
Clementina Blandón 	Los Calpules	<ul style="list-style-type: none"> • Bajó 9 cm a las piernas del fogón, porque demoraba en calentar. • La parrilla de la cámara de combustión se quemó. • La entrada de aire la modificó y amplió el orificio de la cámara de combustión

Simona Picado

La Estancia



- Fogón en perfectas condiciones.
- Le dan mantenimiento frecuentemente.
- La parrilla de la cámara de combustión se deterioró.
- La familia le adaptó una parrilla de ladrillos y funciona en condiciones óptimas.

Ramona Castillo

La Estancia



- No hay presencia de humo ni se escapa el fuego.
- El orificio de la tronera es muy alto y esto conlleva a que los utensilios de cocina no se calienten.
- La ceniza la dejan en el fogón para ahorrar leña y evitar que se funda la parrilla metálica.

Marbelys Cruz

La Estancia

- La parrilla metálica está en buen estado.
- No ha realizado modificaciones significativas



Lucia Picado

La Estancia

- Existen fugas de humo por la plancha y por la entrada de la leña.
- La parrilla metálica está en buen estado.



Carlos Castillo

La Estancia

- Le dan mantenimiento al fogón cada cierto tiempo.
- No hay presencia de humo en el interior de la cocina.
- La parrilla metálica está en buen estado.



Martha Chavarria

Agua Zarca

- La parrilla metálica la cubren con ceniza para evitar que se deteriore
- No ha realizado cambios



significativos.

Entre los principales cambios o modificaciones que ha presentado el fogón mejorado tipo 1 con respecto a su construcción original, se pueden mencionar:

➤ **Parrilla cámara de combustión**

El diseño original del fogón mejorado de adobe constaba de varillas metálicas, las cuales se deterioraron a medida que eran expuestas a fuego directo mientras el fogón era utilizado por las familias. Debido a esto, muy poca familias tomaron la iniciativa de darle solución a este problema sin alterar el diseño original del fogón.

Una de las alternativas encontradas por una de las familias en estudio fue la de sustituir las varillas metálicas, por una parrilla elaborada de ladrillo cocido artesanal. Con esto el diseño original del fogón no sufría modificaciones significativas. En la figura número 30 se observa la parrilla elaborada de ladrillo cocido.

Figura N° 30 Parrilla de ladrillo cocido



Para evitar que las varillas se fundieran otras familias optaron por cubrirlas con ceniza, aduciendo que de esta forma alargaría la vida útil de las varillas al estar menos expuestas al calor generado en el interior de la cámara de combustión. Sin embargo, al realizar este cambio, la boca de aire se obstruyó.

En otros casos las familias optaron por ampliar la boca de la cámara de combustión, dejando al fogón sin entrada de aire y sin varillas metálicas.

En las figura número 31 y figura número 32 se muestra la modificación hecha en la boca de aire a uno de los fogones mejorados tipo 1.

Figura N° 32 Boca de aire original



Figura N° 31 Boca de aire modificada



Piernas del fogón

En algunos casos a las cocineras se les dificultaba cocinar, debido a que la llama demoraba mucho en hacer contacto con el recipiente de cocina, esto implicaba alimentar el fogón con más leña, generando mayor consumo de ésta. Además las cocineras consideraban que el fogón era muy alto para la estatura de ellas.

Según la experiencia de las cocineras, optaron por reducir el tamaño (0.47m antes y 0.38m después) de las piernas del fogón, quitando una hilada de adobes, de este modo la llama hacia mejor contacto con los recipientes de cocina, ahorrando leña y adecuando la altura del fogón a las cocineras.

En la Figura número 33 y Figura número 34 se representa la modificación hecha a las piernas de uno de los fogones.

Figura N° 33 Piernas del fogón sin modificar

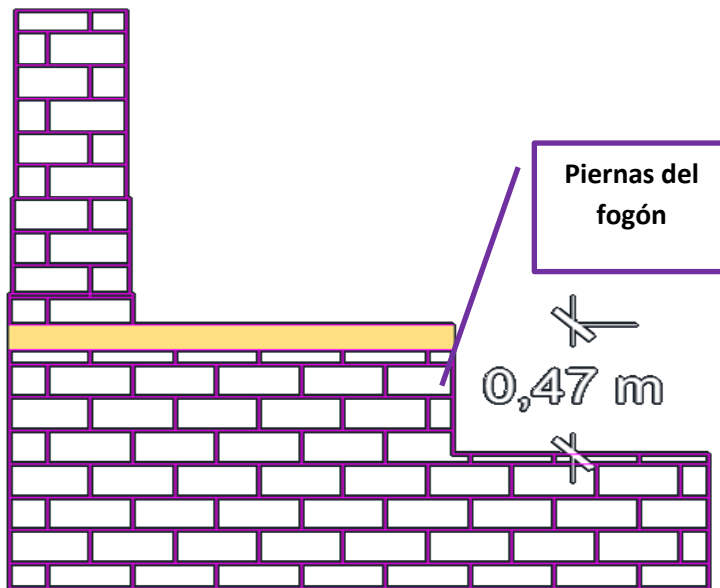
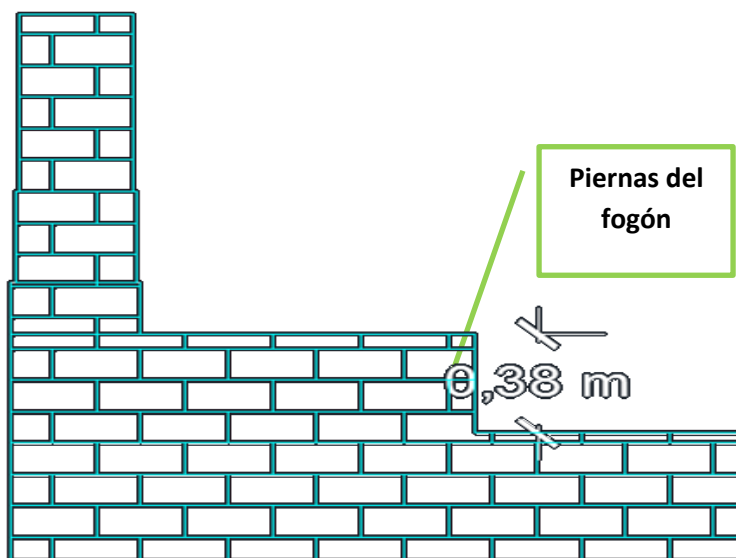


Figura N° 34 Piernas del fogón modificadas



7.1.3. Descripción de fogón mejorado tipo 2

El fogón mejorado tipo 2, consta de las mismas etapas de construcción que el fogón mejorado tipo 1. Sin embargo de acuerdo a los cambios realizados en el fogón mejorado tipo 1 por las familias beneficiadas, se realizaron algunas modificaciones al fogón mejorado tipo 2 construido entre marzo y julio de 2016.

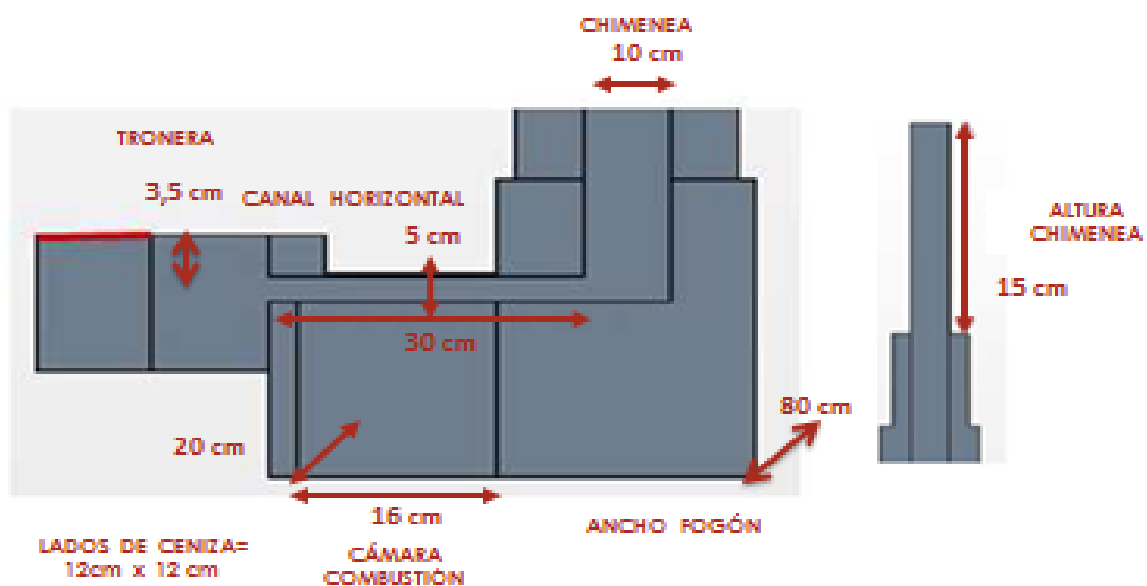
En la tabla número 7 se muestra una tabla comparativa de los cambios.

Tabla N° 7: Comparación de diseños fogón mejorado tipo 1 y fogón mejorado tipo 2

Aspectos	Fogón Mejorado Tipo 1	Fogón Mejorado Tipo 2
Cámara de combustión	Sección rectangular de 16x20 cm	Sección cuadrada de 16x16 cm
Plancha metálica	Canal horizontal de 30 cm	Canal horizontal rotado 90° de 50 cm
Ancho del fogón	80 cm	70 cm
Material parrilla de cámara de combustión	Varillas de hierro	Parrilla de ladrillo cocido
Chimenea	15 cm entre el techo y la cúspide de la chimenea	10 cm entre el techo y la cúspide de la chimenea

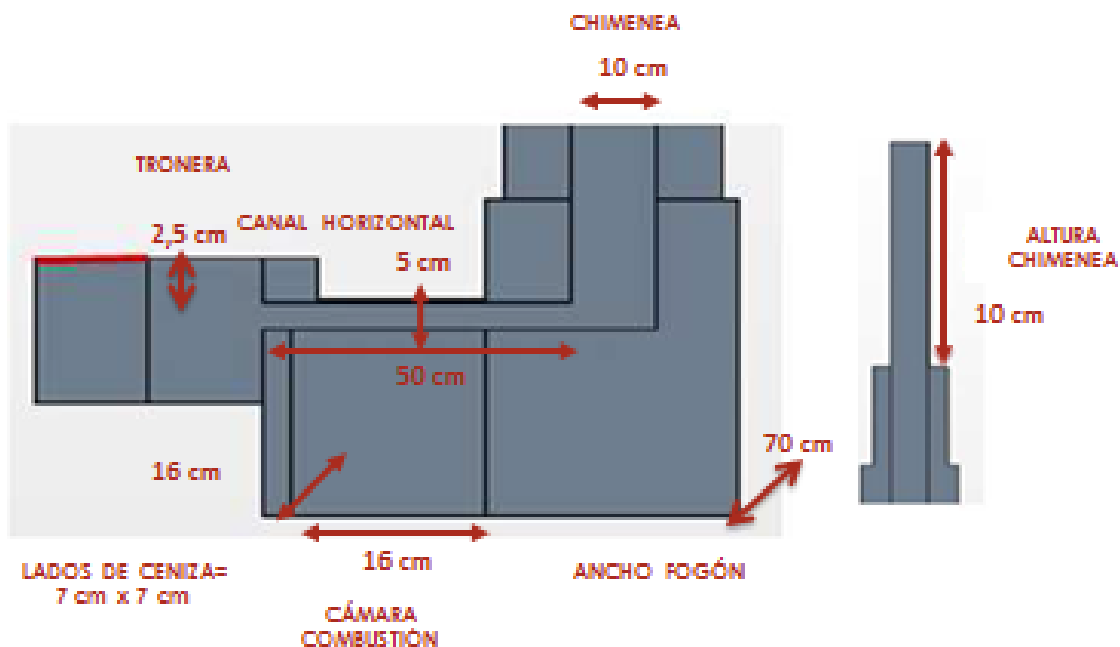
En la figura número 35 y figura número 36 se pueden apreciar las diferencias de los fogones mejorados tipo 1 y 2.

Figura N° 35 Diseño de fogón mejorado tipo 1



Fuente: (Díez, 2016)

Figura N° 36 Diseño fogón mejorado tipo 2



Fuente: (Díez, 2016)

Según Fernández Luzuriaga, (2015) en el estudio “Optimización bajo criterios de sostenibilidad de la eficiencia de la transferencia de calor de cocinas de biomasa autoconstruidas por comunidades rurales de Nicaragua” la transferencia de calor a la olla y a la plancha permanecen prácticamente inalterables reduciendo o aumentando la altura de la chimenea para el fogón y se puede observar en la tabla número 8.

Tabla N° 8 Comparativa de los valores obtenidos para diferentes alturas de chimenea

	Calor a la olla (W/m²)	Calor a la plancha (W/m²)	Velocidad de salida (W/m²)
30 cm menos de altura	243.77	593.98	0.087
15 cm menos de altura	241.24	594.13	0.085
Diseño actual	257.36	597.1	0.083
15 cm más de altura	241.94	592.46	0.083
30 cm más de altura	245.35	594.35	0.081
Fuente: (Fernández Luzuriaga, 2015)			

7.1.4. Descripción de fogón tradicional (tipo 3)

El fogón tradicional presenta cuatro pilares de madera, los cuales sostienen la estructura del fogón. Se construye a partir de materiales sencillos y accesibles en las comunidades como: lodo, arena y tierra blanca.

Posee una cámara de combustión abierta y sin parrilla, lo que permite que se utilice mucho material de combustión. Consta de dos troneras que son construidas en dependencia de las necesidades de las familias, sin embargo se pierde mucho calor porque el fuego no está aislado y al no contar con una chimenea los gases de combustión quedan retenidos en el interior de la cocina.

Figura N° 37 Fogón tradicional



7.2. Rendimiento energético de fogones en estudio, en términos de consumo específico de combustible y tiempo de cocinado

Para el rendimiento energético se realizó la prueba de cocinado controlado (CCT por sus siglas en inglés) en 8 hogares con fogones mejorado tipo 1, 11 hogares con fogones mejorado tipo 2 y 5 hogares con fogones tradicionales, llevando a cabo tres test por cada hogar.

Los factores en estudio que permitieron determinar el rendimiento energético de los fogones son: los gramos de combustible empleados para cocinar el arroz (consumo específico de combustible) y el tiempo invertido en cocinar dicho arroz.

En las figuras número 38 y 39, se puede ver el momento de aplicación del test.

Figura N° 38 Toma de datos prueba de cocinado



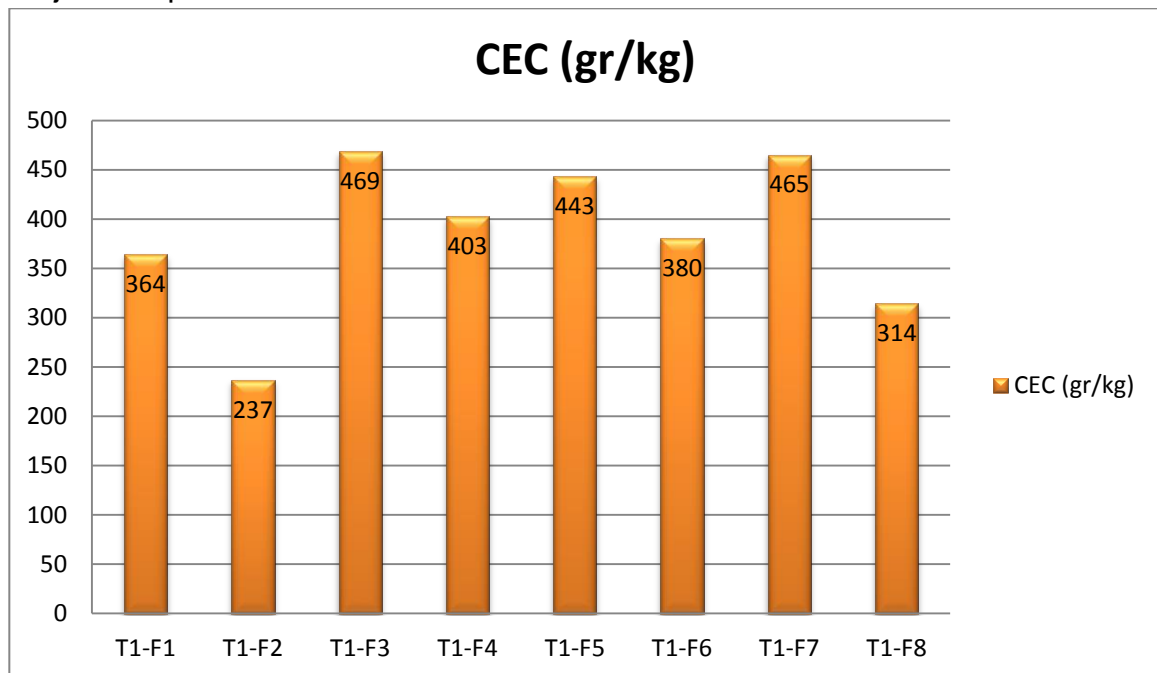
Figura N° 39 Realización prueba de cocinado



7.2.1. Consumo específico de combustible de fogones en estudio

El consumo específico de combustible (CEC) se refiere a los gramos de combustible que son utilizados para cocinar 1 kg de arroz. En el gráfico número 3 se muestra el resultado del CEC para cada hogar con fogones en estudio.

Gráfico N° 3 Consumo específico de combustible (CEC) por hogar con fogón mejorado tipo 1



Códigos: T1= Fogón Mejorado tipo 1, F1 a F8= familias en estudio

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que el fogón con mayor consumo específico de combustible es el Fogón T1-F3 con una media de consumo de 469 gr/kg.

En contraste el fogón con un menor consumo específico de combustible es el Fogón T1-F2 con una media de consumo de 237 gr/kg.

En este estudio se efectuaron estimaciones del valor promedio de las variables investigadas. Dado que estas muestras están sujetas a un diseño muestral probabilístico, dichas estimaciones están sujetas a errores.

Según la Dirección General de Estadísticas y Censos (DIGESTYC), el error de la variable bajo estudio, es la diferencia de dicho valor y el parámetro respectivo. Indudablemente que para que ello suceda se combinan varias causas, y los errores, de conformidad con estas diferentes causas, son clasificadas en errores muestrales y no muestrales. El error muestral es aquel que se debe a la dispersión de los valores observados de una variable, dado

que la muestra es una de las muchas muestras posibles que pudo haberse seleccionado del marco muestral. (DIGESTYC, pág. 2)

El error relativo, que comúnmente se conoce como coeficiente de variación, es un indicador que muestra cuan confiables son las estimaciones de las variables investigadas, del cual, dado un nivel de significancia estadístico, se calcula el intervalo de confianza para el valor obtenido. Ver detalle en tabla número 9. (DIGESTYC, pág. 2)

Tabla N° 9 Rangos de coeficiente de variación

Coeficiente de Variación	Precisión
Hasta 10%	Muy Buena
De 11 a 20%	Buena
De 21 a 30%	Aceptable
Más de 30%	No confiable
Fuente: (DIGESTYC, pág. 2)	

En los resultados del consumo específico de combustible de los fogones mejorado tipo 1 se pueden observar valores con un rango Bueno correspondiente a un coeficiente de Variación (CV) de 20% como se observa en la tabla número 10.

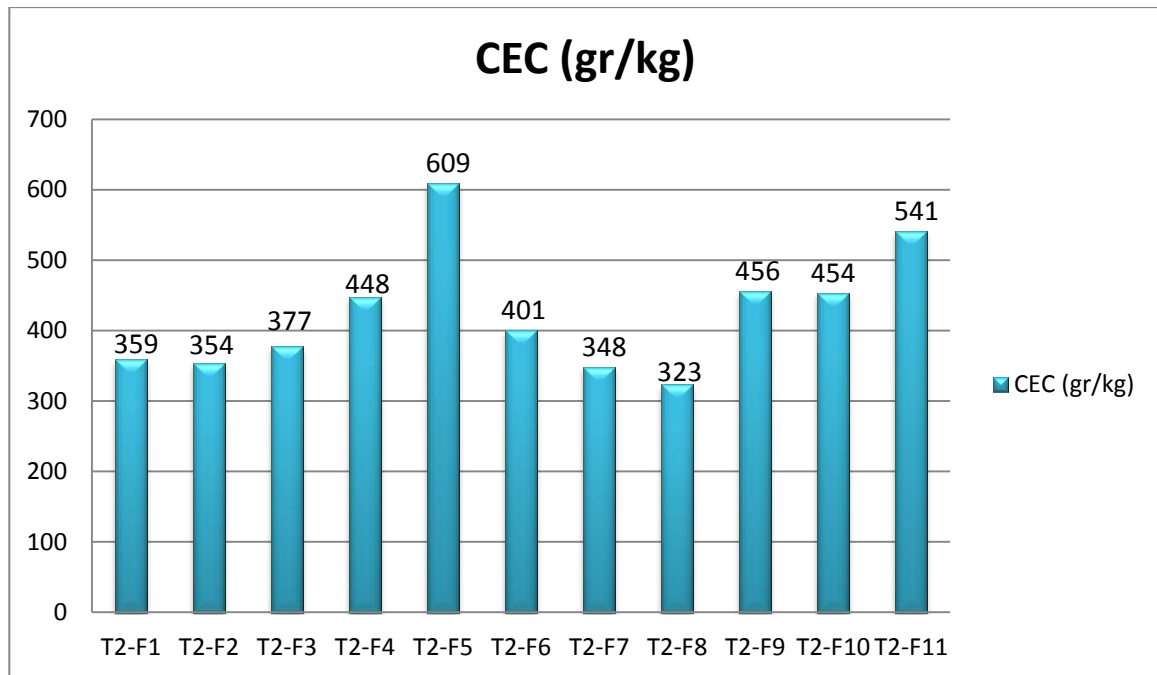
Tabla N° 10 Medidas resumen consumo específico de combustible fogón mejorado tipo 1

Tipo fogón	de Variable	n	Media	D.E.	CV
Tipo 1	Consumo específico de combustible	24	384.38	80.59	20

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico número 4 se muestra el resultado del consumo específico de combustible para cada hogar con fogón mejorado tipo 2.

Gráfico N° 4 Consumo específico de combustible (CEC) de fogón mejorado tipo 2



Códigos: T2=fogón mejorado tipo 2, F1 al F11= familias en estudio

Fuente: Elaboración propia

En los resultados del consumo específico de combustible de los fogones mejorado tipo 2 se pueden observar valores en un rango aceptable (Ver Tabla número 6 Rangos de Coeficiente de Variación) con un CV de 22 como se muestra en la tabla número 11

Tabla N° 11 Medidas resumen consumo específico de combustible fogón mejorado tipo 2

Tipo de fogón	Variable	n	Media	D.E.	CV
Tipo 2	Consumo específico de combustible	31	421.57	94.54	22

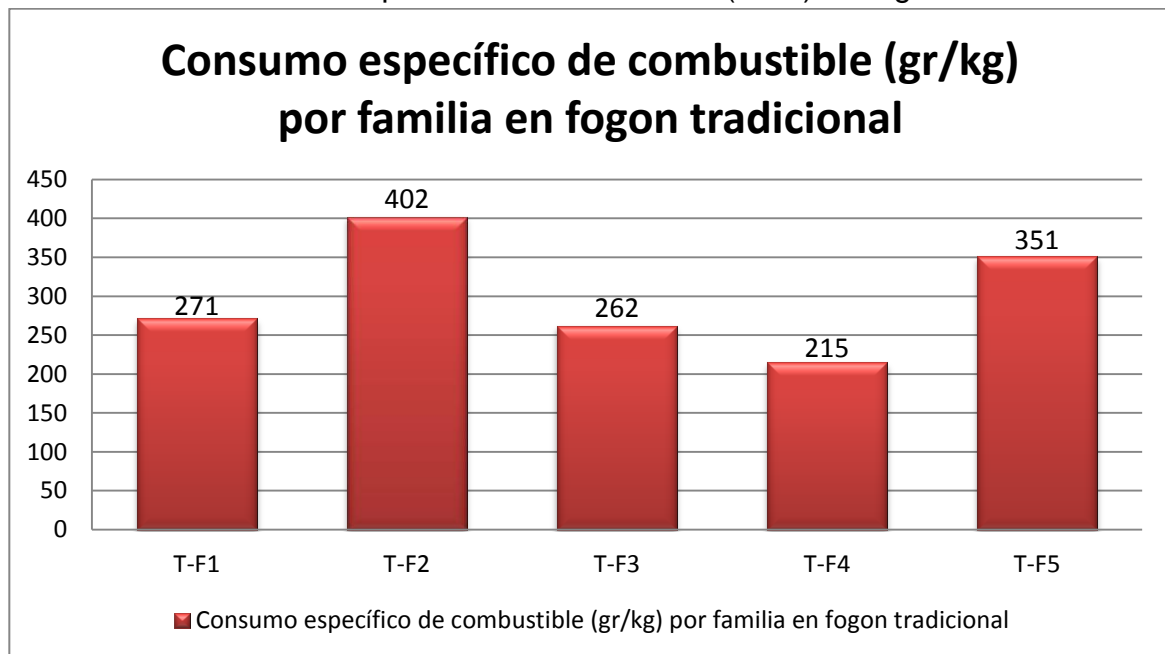
Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el fogón con mayor consumo específico de combustible es el Fogón T2-F5 con una media de consumo de 609 gr/kg.

En contraste el fogón con un menor consumo específico de combustible es el Fogón T2-F8 con una media de consumo de 323 gr/kg.

En el gráfico número 5 se muestra el resultado del consumo específico de combustible para cada hogar con fogón tradicional.

Gráfico N° 5 Consumo específico de combustible (CEC) de fogón tradicional



Códigos: T= tradicional, F1al F5= familias en estudio

Fuente: Elaboración propia

En los resultados del consumo específico de combustible de los fogones tradicionales, se pueden observar valores en un rango aceptable (Ver tabla número 6 Rangos de Coeficiente de Variación) con un CV de 26. Ver detalle en tabla número 12.

Tabla N° 12 Medidas resumen consumo específico de combustible fogón tradicional

Tipo de Variable	n	Media	D.E.	CV
fogón				
Tradicional Consumo específico de combustible	15	300.26	79.94	26

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el fogón con mayor consumo específico de combustible es el Fogón T-F2 con una media de consumo de 402 gr/kg.

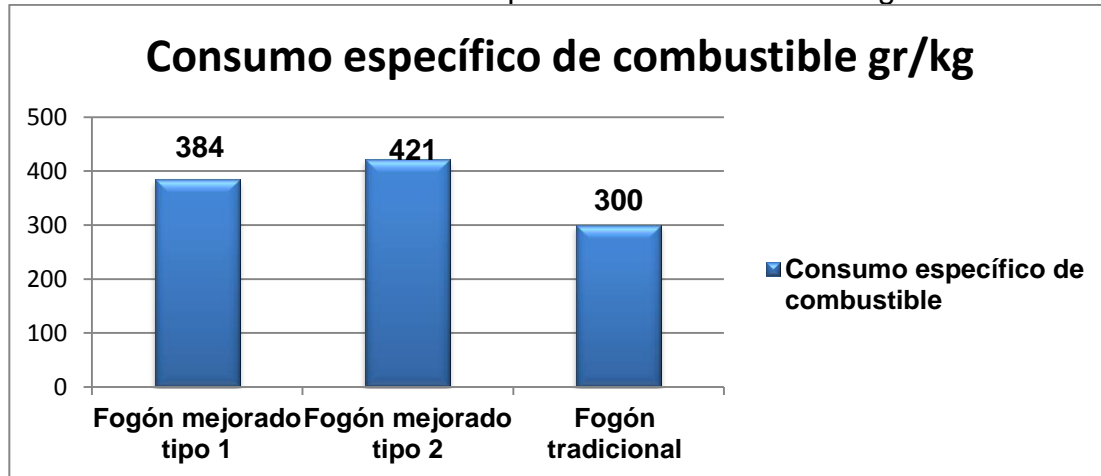
En contraste el fogón con un menor consumo específico de combustible es el Fogón T-F4 con una media de consumo de 262 gr/kg.

7.2.2. Relación de consumo específico de combustible entre los fogones en estudio.

Como se puede observar en el Gráfico número 6, los valores de consumo específico de combustible para los fogones en estudio, reflejan que el fogón tradicional presenta valores más bajos de consumo en relación a los fogones mejorados tipo 1 y tipo 2.

Estas variaciones en el consumo específico de combustible de los fogones mejorados, pudieron haber surgido debido a que, no todos los fogones son iguales aunque se utiliza un mismo diseño de fogón, las familias lo han construido y adecuado a las características del hogar, por ende el comportamiento del fogón en términos de rendimiento no es similar.

Gráfico N° 6 Relación consumo específico de combustible fogones estudiados



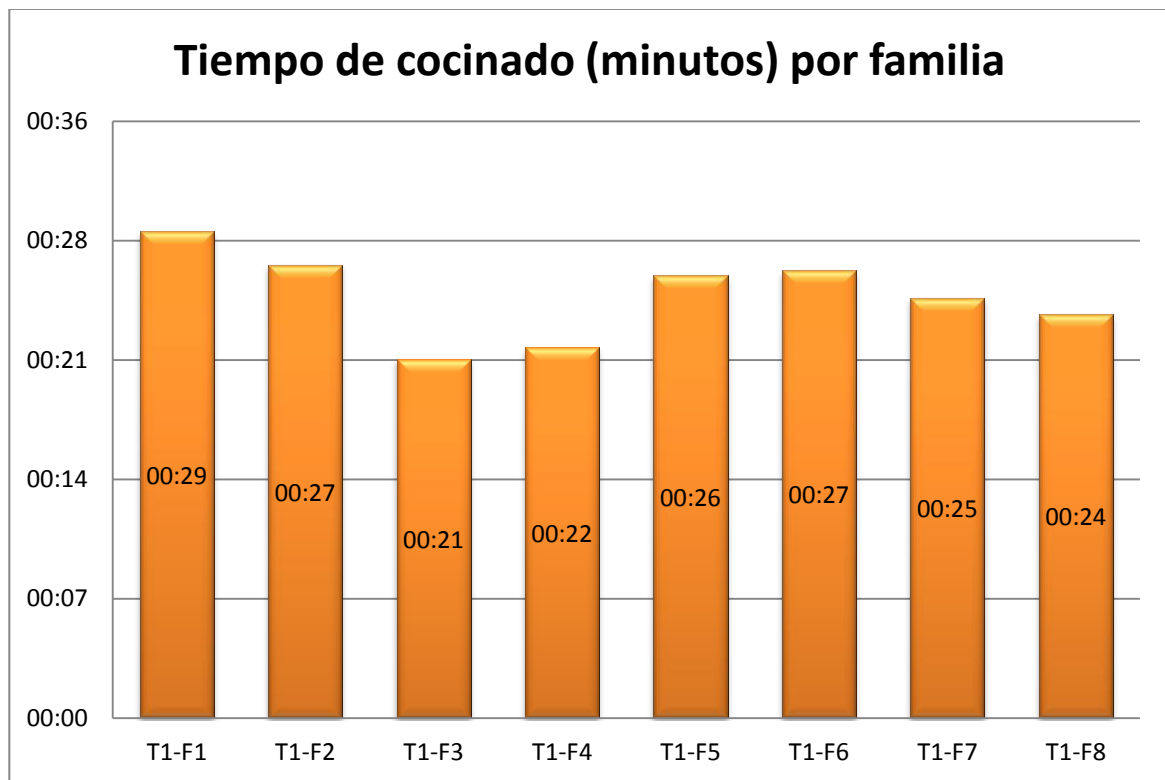
Fuente: Elaboración propia

7.2.3. Tiempo de cocinado de fogones en estudio

El Tiempo de cocinado total es un indicador importante del rendimiento de los fogones en el CCT. Consiste en el tiempo que invierte un fogón en preparar un determinado alimento (en el caso de este estudio se utilizó arroz)

A continuación en el gráfico número 7 se presenta el resultado del tiempo de cocinado para cada hogar con fogón mejorado tipo 1.

Gráfico N° 7 Tiempo de cocinado en fogón mejorado tipo 1



Códigos: T1= Fogón Mejorado Tipo 1, F1 a F8= familias en estudio

Fuente: Elaboración propia

En los resultados del tiempo de cocinado en los fogones mejorado tipo 1, se pueden observar valores en un rango Buenos (Ver Tabla número 6 Rangos de Coeficiente de Variación) con un CV de 13. Ver detalle en tabla número 13.

Tabla N° 13 Medida resumen tiempo de cocinado fogón mejorado tipo 1

Tipo de fogón	Variable	n	Media	D.E.	CV
Tipo 1	Tiempo de cocinado	24	25.50	3.53	13

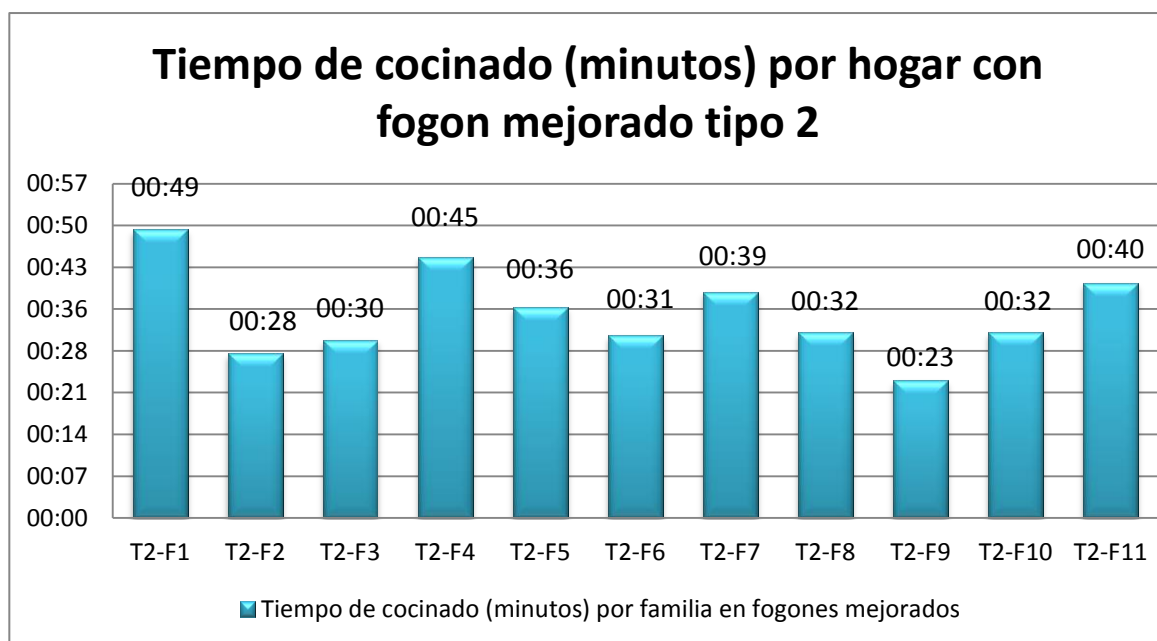
Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el fogón T1-F3, es el que presenta menor tiempo de cocinado de arroz con una media de 21 minutos.

Por otra parte el fogón T1-F1 es el que presenta mayor cantidad de tiempo en cocinar el arroz con una media de 29 minutos.

En el siguiente gráfico número 8 se muestra el resultado del tiempo de cocinado para cada hogar con fogón mejorado tipo 2.

Gráfico N° 8 Tiempo de cocinado en fogón mejorado tipo 2



Códigos: T2=fogón mejorado tipo 2, F1 al F11= familias en estudio

Fuente: Elaboración propia

En los resultados del tiempo de cocinado en los fogones mejorado tipo 2, se pueden observar valores en un rango Aceptable (Ver Tabla número 6 Rangos de Coeficiente de Variación) con un CV de 22%. En la tabla número 14 se puede observar el detalle.

Tabla N° 14 Medida resumen tiempo de cocinado fogón mejorado tipo 2

Tipo de fogón	Variable	n	Media	D.E.	CV
Tipo 2	Tiempo de cocinado	31	35.32	8.12	22

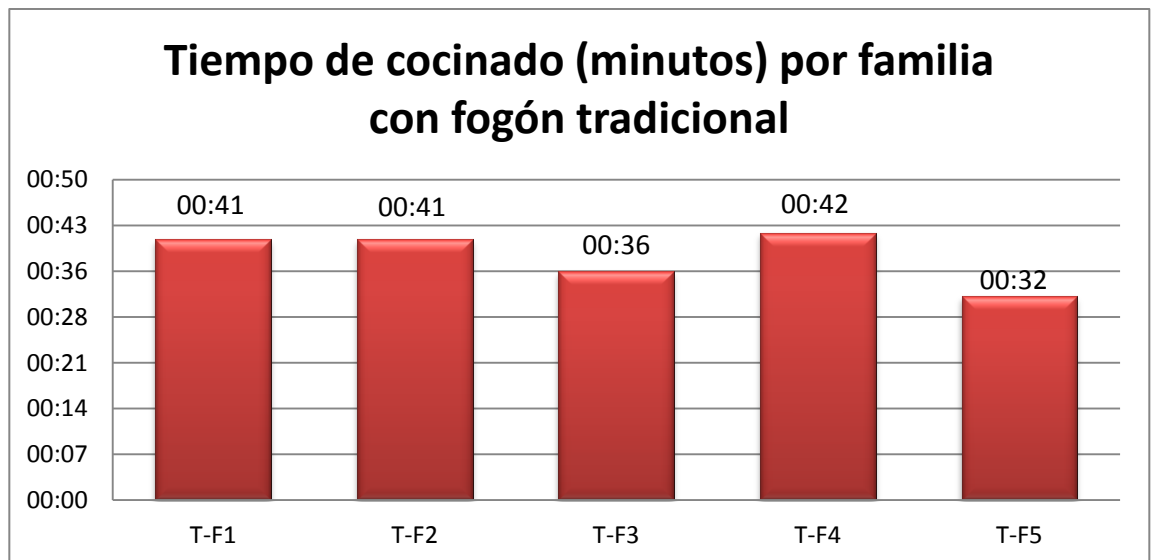
Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el fogón T2-F9, es el que presenta menor tiempo de cocinado de arroz con una media de 23 minutos.

Por otra parte el fogón T2-F1 es el que presenta mayor cantidad de tiempo en cocinar el arroz con una media de 49 minutos.

A continuación en el gráfico número 9 se muestra el resultado del tiempo de cocinado para cada hogar con fogón tradicional.

Gráfico N° 9 Tiempo de cocinado en fogón tradicional



Códigos: T= tradicional, F1al F5= familias en estudio

Fuente: Elaboración propia

En los resultados del tiempo de cocinado en los fogones tradicionales, se pueden observar valores con un rango de Bueno (Ver Tabla número 6 Rangos de Coeficiente de Variación) con un CV del 13%. Ver detalle en Tabla número 15.

Tabla N° 15 Medida resumen tiempo de cocinado Fogón Tradicional

Tipo de fogón	Variable	n	Media	D.E.	CV
Tipo 2	Tiempo de cocinado	15	39	5.32	13

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el fogón T-F4, es el que presenta mayor tiempo de cocinado de arroz con una media de 42 minutos.

Por otra parte el fogón T-F5 es el que presenta menor cantidad de tiempo en cocinar el arroz con una media de 32 minutos.

.

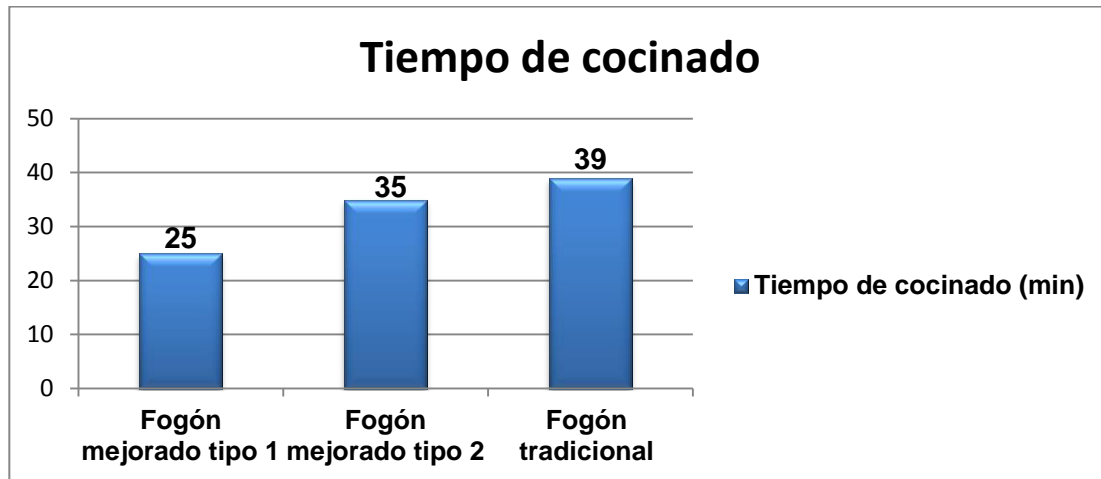
7.2.4. Relación de tiempo de cocinado entre los fogones en estudio

Se procedió a realizar una relación del tiempo de cocinado de los fogones en estudio en donde se puede observar en el gráfico número 10 que el fogón mejorado tipo 1 presenta valores más bajos de tiempo de cocinado (25 minutos) en comparación del fogón mejorado tipo 2 y el fogón tradicional. (35 y 38 minutos respectivamente)

La variabilidad que existe entre los fogones estudiados se puede atribuir a las condiciones que existen al momento de realizar la prueba. Por ejemplo:

- Condiciones climatológicas durante la realización de las pruebas, generalmente en la zona donde están instalados los fogones tipo 2 y fogones tradicionales prevalece una temperatura que oscila entre 20 y 21 °C, por lo tanto a la hora de hacer las pruebas los fogones solían apagarse o demoraban en calentar.
- Las características propias del diseño del fogón tradicional en cuanto a su dimensión, tamaño de la cámara de combustión, ventilación, etc.

Gráfico N° 10 Relación tiempo de cocinado fogones estudiados



Fuente: Elaboración propia

7.3. Comparación de eficiencia energética de los fogones mejorados de adobe, incluyendo fogones tradicionales

Para la comparación de las variables: consumo específico de combustible y tiempo de cocinado, se utilizó el análisis de varianza y de esta manera verificar si existen diferencias estadísticamente significativas.

Según (Dicovskyi & Pedroza, 2006, pág. 43) la regla de decisión es universal y es probabilística para aceptar o rechazar la hipótesis estadística: Hipótesis nula H_0 (lo viejo), Hipótesis alternativa (lo nuevo).

Hipótesis estadísticas planteadas para variable consumo específico de combustible

H_0 : No hay diferencias entre los tipos de fogones con respecto a consumo específico de combustible.

H_1 : Si hay diferencias entre los tipos de fogones con respecto a consumo específico de combustible.

Simbología

P= probabilidad aleatoria

Alfa= 0.05 es el nivel de significancia o nivel de error pre establecida en la prueba.

Ferran A. M., 1996 citado por (Dicovskyi & Pedroza, 2006, pág. 43) afirma que la regla de decisión a aplicarse es:

- Si P es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula.
- Si P es mayor o igual al nivel de significancia = 0.05 se acepta la hipótesis nula

7.3.1. Variable consumo específico de combustible

Se utilizó la prueba de análisis de la varianza para mostrar el coeficiente de variación que existe en los datos obtenidos sobre consumo específico de combustible para los fogones en estudio. Ver detalle en tabla número 16.

Tabla N° 16 Análisis de la Varianza consumo específico de combustible

Variable			N	R ²	R ² Aj	CV
Consumo	específico	de	70	0,23	0,72	22,72
combustible						

El CV para los fogones en estudio es de 22.72 lo que se considera un rango aceptable. (Ver Tabla número 6 Rangos de Coeficiente de Variación)

El valor de la probabilidad aleatoria (p) obtenido en la prueba estadística es de 0.0002, siendo este valor menor al valor de 0.05 del nivel de significancia, por lo que se rechaza la hipótesis nula y por consiguiente se acepta la hipótesis estadística alternativa. Ver detalle en la tabla número 17.

Tabla N° 17: Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	148843,61	2	74421,81	9.84	0,0002
Tipo de Fogón	148843,61	2	74421,81	9,84	0,0002
Error	506974,78	67	7566.79		
Total	655818,39	69			

La prueba demostró que si hay diferencias entre los tipos de fogones con respecto a consumo específico de combustible.

Después de haber rechazado la hipótesis nula se realizó la prueba LSD Fisher en donde se identificaron las comparaciones de promedios de la variable en estudio.

Se puede observar que el comportamiento del fogón mejorado tipo 1 es similar con el comportamiento del fogón mejorado tipo 2 (ambos presentan una letra en común por lo cual no son significativamente diferentes $p > 0.05$) en cuanto a consumo específico de combustible se refiere, difiriendo del fogón tradicional.

El fogón tradicional fue quien presentó un mejor resultado en cuanto a consumo específico de combustible. Ver detalle en tabla número 18.

Tabla N° 18 Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=53,15594

Error: 7566,7878 gl: 67

Tipo de fogón	Medias	n	E.E	
Tradicional	300.26	15	22.46	A
Mejorado Tipo 1	384.38	24	17.76	B
Mejorado Tipo 2	421.57	31	15.62	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

7.3.2. Variable Tiempo de cocinado

De igual manera se utilizó la prueba de análisis de la varianza para mostrar el coeficiente de variación que existe en los datos obtenidos sobre tiempo de cocinado para los fogones en estudio. Ver detalle en tabla número 19.

Tabla N° 19 Análisis de la varianza tiempo de cocinado

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tiempo de cocinado (min)	70	0.43	0.42	19.26

El CV para los fogones en estudio es de 19.26 lo que se considera un rango Bueno. (Ver Tabla número 6 Rangos de Coeficiente de Variación)

Del mismo modo se planteó la hipótesis estadística para la variable tiempo de cocinado.

Hipótesis estadísticas planteadas para variable tiempo de cocinado

Ho: No hay diferencias entre los tipos de fogones con respecto a tiempo de cocinado.

H1: Si hay diferencias entre los tipos de fogones con respecto a tiempo de cocinado.

El valor de p obtenido fue de 0.0001 para el tipo de fogón, lo que indica que hay diferencias altamente significativas en la variable tiempo de cocinado.

Dado que el valor de p es menor que el valor de significancia correspondiente a 0.05, se rechaza la hipótesis nula Ho y por consiguiente se acepta la hipótesis alternativa H1 para la variable en estudio. Ver detalle en la tabla número 20.

Tabla N° 20 Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2027,78	2	1013,89	25.55	<0.0001
Tipo de fogón	2027,78	2	1013,89	25.55	<0.0001
Error	2658,51	67	39,68		
Total	4686,29	69			

Se realizó la prueba LSD Fisher en donde se identificaron las comparaciones de promedios de la variable en estudio.

Se puede observar que el comportamiento del fogón mejorado tipo 2 es similar con el comportamiento del fogón tradicional (ambos presentan una letra en común por lo cual no son significativamente diferentes $p > 0.05$) difiriendo del fogón mejorado tipo 1 en cuanto a tiempo de cocinado se refiere.

El fogón mejorado tipo 1 fue quien presentó un mejor resultado en cuanto tiempo se refiere. Ver detalle en tabla número 21.

Tabla N° 21 Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,84926

Error: 39,6792 gl: 67

Tipo de fogón	Medias	n	E.E.	
Mejorado Tipo 1	25.50	24	1.29	A
Mejorado Tipo 2	35.32	31	1.13	B
Tradicional	38.87	15	1.63	B

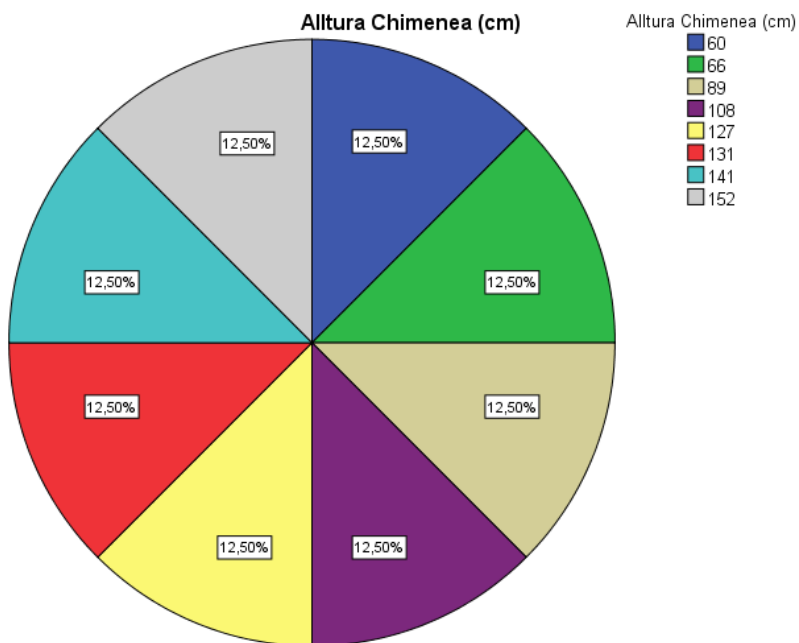
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

7.4. Determinación de la incidencia en el rendimiento energético del fogón mejorado tipo 1 con respecto a la variación de medida de la chimenea y las modificaciones hechas a este diseño.

Al momento de realizar las mediciones de las chimeneas, el valor mínimo fue de 60 cm y el valor máximo fue de 152 cm. Es importante destacar que cada tres fogones se obtenía el mismo valor, teniendo porcentaje correspondiente a cada uno del 12% como se muestra en el grafico número 11.

La altura de la chimenea depende de la altura a la cual se encuentra el techo de la cocina.

Gráfico N° 11 Altura de la chimenea fogón mejorado tipo 1



Fuente: Elaboración propia

En la tabla número 22 se muestra en detalle la altura de la chimenea en las familias beneficiadas con el modelo de fogón mejorado tipo 1.

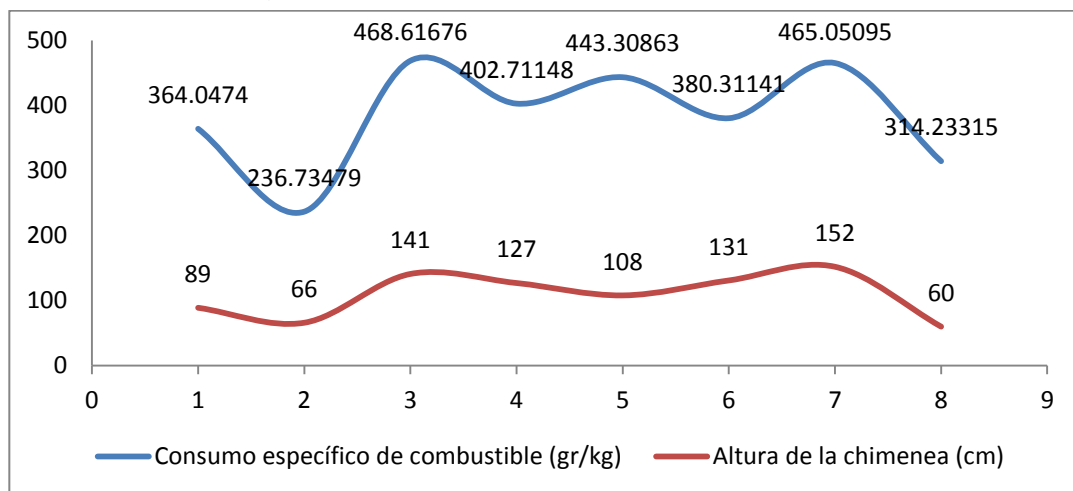
Tabla N° 22 Altura de chimenea de los fogones mejorado tipo 1

Hogar	Comunidad	Altura chimenea (cm)
Margarita García	Los Calpules	152
Clementina Blandón	Los Calpules	131
Simona Picado	La Estancia	89
Ramona Castillo	La Estancia	108
Marbely Cruz	La Estancia	127
Lucia Picado	La Estancia	141
Carlos Castillo	La Estancia	66
Martha Chavarría	Agua Zarca	60

Se analizó la relación entre el consumo específico de combustible y la medida de la altura de la chimenea en los fogones mejorado tipo 1, para determinar si esta tiene alguna incidencia de las medidas en la eficiencia energética del fogón.

En el gráfico número 12 se muestra el consumo específico de combustible y la altura de la chimenea en los hogares con fogones mejorado tipo 1.

Gráfico N° 12 Relación altura de chimenea y consumo específico de combustible en fogones mejorado tipo 1



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se refleja que no existe una relación influyente puesto que el consumo específico de combustible no depende de la altura de la chimenea del fogón.

También se aplicó la correlación de Pearson (dos variables cuantitativas) para saber la relación entre el consumo específico de combustible y la altura de la chimenea.

Planteándose las siguientes hipótesis estadísticas

H₀: No hay relación entre consumo específico de combustible y la altura de la chimenea del fogón.

H₁: Si hay relación entre consumo específico de combustible y la altura de la chimenea del fogón.

La prueba de correlación de Pearson aportó las evidencias estadísticas de un p igual a 0.236 mayor 0.05 por lo tanto, indicando una respuesta estadística no significativa y por consiguiente se acepta la hipótesis nula de independencia de los factores en estudio. Ver detalle en tabla número 23.

Tabla N° 23 Medidas simétricas

		Valor	Error estandarizado asintótico ^a	T aproximada ^b	Significación aproximada
Intervalo por intervalo	R de Pearson	,144	,100	1,196	,236 ^c
N de casos válidos		70			
a. No se presupone la hipótesis nula.					
b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.					
c. Se basa en aproximación normal.					

La prueba de correlación de Pearson demostró que no existe relación lineal entre consumo específico de combustible y la altura de la chimenea del fogón.

De igual manera con la identificación de los cambios realizados al fogón mejorado tipo 1, se logró contrastarlos con los valores de rendimiento energético y se muestran en la Tabla número 24.

Tabla N° 24. Relación entre Modificaciones y Rendimiento en fogones mejorado tipo 1

Código Fogón	Modificación realizada	Consumo específico de combustible (gr/kg)	Tiempo de cocinado (minutos)
T1-F1	✓ Sustitución de parilla de hierro por parrilla de ladrillo cocido	364	00:29
T1-F6	✓ Piernas del fogón ✓ Cámara de combustión	380	00:27
T1-F7	✓ Piernas del fogón ✓ Cámara de combustión	465	00:25
T1-F8	✓ Cubrimiento con ceniza a la parrilla de la cámara de combustión	314	00:24
Códigos: T1=fogón mejorado tipo 1; (F1, F6, F7, F8)=familias en estudio			

Se puede observar que en los 4 fogones mejorados tipo 1 que han sido modificados, los resultados de consumo específico de combustible y de tiempo de cocinado son similares, lo que indica que no hay diferencias significativas en cuanto a rendimiento con las modificaciones hechas a este tipo de fogón.

También se procedió a comparar el rendimiento energético de los fogones mejorado tipo 1 que han sido modificados con los que no han sido modificados.

Este cotejo se presenta en el gráfico número 13 y 14.

Gráfico N° 13 Comparación Consumo Específico de Combustible fogón mejorado tipo 1

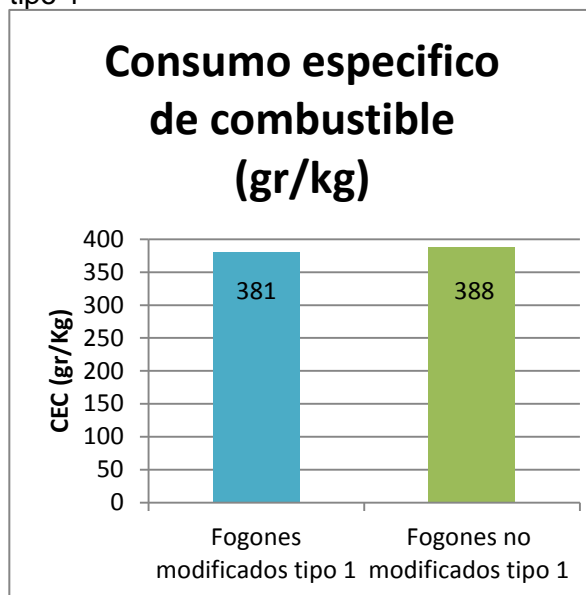
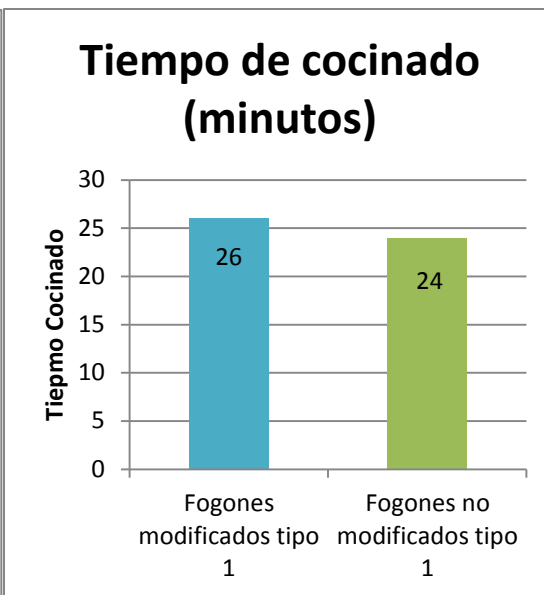


Gráfico N° 14 Comparación tiempo de cocinado fogón mejorado tipo 1



En los resultados de la comparación de rendimiento energético de los fogones mejorado tipo 1 que han sido modificados y los que no han sido modificados, se observa que el comportamiento energético es similar, sin embargo los fogones que han sido modificados presentan consumo específico de combustible menor pero invierten más tiempo en cocinar.

7.4.1. Análisis cualitativo de conversatorio hecho a las familias

Con base al conversatorio hecho a las familias durante la realización de las pruebas se pueden destacar aspectos como:

- Las familias consideran que la adaptación a esta tecnología ha tenido impactos positivos en la calidad de vida, destacando la reducción de humo y limpieza dentro de la cocina como una de sus ventajas.

- A las cocineras se les presentaron ciertos obstáculos a la hora de utilizar el fogón, siendo el principal obstáculo la altura de las piernas del fogón, el cual era muy alto para el tamaño de las cocineras, por lo que decidieron reducir el tamaño de las piernas del fogón para adecuarlo a su criterio.
- Las familias periódicamente realizan mantenimientos al fogón, entre los que se mencionan:
 - Limpieza en la chimenea
 - Ajuste del gorro del tubo de la chimenea
 - Repello en el fogón
 - Remoción de ceniza

VIII. CONCLUSIONES

El fogón mejorado es construido en las comunidades y está compuesto principalmente por adobe y ladrillo cocido. Para levantar la estructura del fogón se utiliza tierra cruda. Consta de una cámara de combustión basada en los principios de la estufa “Rocket” compuesta por ladrillos de tierra cocida y aislada con materiales refractarios que mantiene y aprovecha el calor generado. Además cuenta con una plancha metálica situada junto a la tronera y una chimenea construida de ladrillos cocido formando una columna piramidal.

Mediante la identificación de los cambios realizados en el diseño del fogón mejorados tipo 1 se pueden destacar los siguientes:

- La parrilla de hierro de la cámara de combustión se deterioró en la mayoría de fogones mejorados. Al estar sellada la cámara de combustión y no haber ventilación en el interior de la cocina, la llama del fogón muchas veces presentaba fugas por la cámara, generando pérdida de calor en el interior del fogón y presencia de humo en el entorno.
- Las piernas del fogón generalmente quedaban muy altas para los utensilios utilizados en la cocina, además la llama demoraba en hacer contacto con los utensilios.
- La plancha metálica pocas veces es utilizada por las familias, aduciendo que no se genera suficiente calor en esta área como para lograr su función. Generalmente la tronera es la más utilizada a la hora de cocinar. En ocasiones existen fugas de humo por el área de la plancha, lo que genera menos eficiencia en el fogón.

Con respecto al rendimiento energético los dos modelos de fogón mejorado presentan consumo específico de combustible (384 gr/kg para el tipo 1 y 421 gr/kg para el tipo 2) con valores más altos que el fogón tradicional (300 gr/kg).

En lo que respecta al tiempo de cocinado el fogón mejorado tipo 1 invierte menos tiempo a la hora de cocinar (25 minutos) en comparación con el fogón mejorado tipo 2 (35 minutos) y el fogón tradicional (39 minutos).

En términos de consumo específico de combustible el fogón mejorado tipo 1 se comporta similar con el fogón mejorado tipo 2, lo que indica que son estadísticamente similares.

Sin embargo en lo que respecta al tiempo de cocinado, el fogón mejorado tipo 2 se comporta similar con el fogón tradicional en discrepancia con el fogón mejorado tipo 1. Esto podría estar dado a las modificaciones realizadas al fogón tipo 1.

Por otra parte en el análisis del rendimiento energético de los fogones mejorado tipo 1 que han sido modificados y los que no han sido modificados, se obtuvieron resultados similares, lo que muestra que las modificaciones no representan ningún cambio significativo en términos de rendimiento del fogón.

Al relacionar el consumo específico de combustible y la altura de chimenea en la incidencia del rendimiento energético del fogón mejorado tipo 1, se concluyó que estas variables no están relacionadas y que el consumo específico de combustible no depende de la altura de la chimenea del fogón.

Con el análisis del rendimiento energético de los fogones en estudio se concluye que no se cumple con la hipótesis planteada en la investigación, ya que el fogón tradicional presenta mejor rendimiento energético en comparación al fogón mejorado de adobe tipo 1 y tipo 2, aunque la variación entre uno y otro no es muy considerable.

Es de mencionar que con la estandarización de la metodología se logró obtener datos aceptables entre cada test, ya que en el estudio realizado anteriormente, los datos presentaban una gran variabilidad por lo cual no podían considerarse confiables para el estudio. Uno de los factores que influyó

en los valores de coeficiente de variación es la cantidad de leña que se utilizó en cada prueba, ya que el peso inicial variaba entre una y otra prueba.

Mediante el análisis cualitativo realizado en este estudio revela que la instalación y puesta en marcha de los dos diseños de fogones mejorados de adobe en las comunidades estudiadas, ha tenido un impacto positivo en el aspecto social de las familias, ya que consideran la reducción de humo en el interior de las cocinas, como una de las principales ventajas de los fogones.

IX. RECOMENDACIONES

A continuación se presentan una serie de recomendaciones que se pueden tener en cuenta para futuras evaluaciones de fogones mejorados existentes o bien para nuevos programas de construcción de estos. Asimismo para nuevos estudios que pueden ser tomados en cuenta en el futuro.

- Realizar evaluaciones en los fogones mejorados periódicamente, para monitorear el comportamiento de los mismos en la medida que pasan los años y su vida útil.
- Al momento de realizar una nueva evaluación preparar los instrumentos y equipos necesarios para dicha evaluación. Entre los que podemos mencionar:
 - Balanza de por lo menos 6 kg de capacidad y que mida 1 gramo de precisión
 - Almohadillas resistente al calor para proteger la balanza
 - Higrómetros
 - Utilizar ollas anchas de metal con diámetros grandes. Según Aprovecho Research Center, (2006, pág. 8) el uso de una olla ancha crea más superficie y aumenta el intercambio térmico.
 - Utilizar una “falda” que rodee la olla y forme un canal estrecho que mejore la eficiencia del intercambio térmico. (Aprovecho Research Center, 2006)
 - Termómetro digital preciso a un décimo de un grado.
 - Temporizador.
 - Pequeña pala o espátula para remover el carbón de la estufa.
 - Guantes resistentes al calor.
 - Comprobar el mismo tipo de leña para todas las pruebas y procurar que el peso de la leña inicial sea equivalente. Se recomienda que la leña tenga un peso de 1300 gr.

- Utilizar iguales proporciones en los insumos a cocinar.
- Llevar a cabo un estudio donde se evalúe los contaminantes del aire en el interior de las viviendas (Monóxido de carbono y partículas).
- Llevar a cabo un estudio de zonificación de los sitios donde se usa más leña en nuestro país, para la incorporación de futuros programas de fogones mejorados en estas zonas.
- Efectuar un estudio de mapeo de condiciones climatológicas donde se instalan estas tecnologías, ya que las condiciones de combustión a diferentes alturas y climas varían.
- Realizar un estudio cualitativo profundo donde se valore el verdadero impacto que han tenido los fogones mejorados para las familias.

X. BIBLIOGRAFIA

- Alianza en Energía y Ambiente con la Región Andina.* (Agosto de 2013). Recuperado el 22 de Noviembre de 2015, de <http://www.energiayambienteandina.net/getattachment/b2766e52-ec08-4922-892c-bfbcd61c361c/Informe-de-evaluacion-de-cocinas-mejoradas.aspx>
- Aprovecho Research Center. (Julio de 2006). *The Partnership for Clean Indoor Air.* Recuperado el 29 de Noviembre de 2016, de <http://www.pciaonline.org/files/Spanish-Design-Principles-07-10-06.pdf>
- BUN - CA.* (2012). Recuperado el 25 de Noviembre de 2015, de https://programaprepca.files.wordpress.com/2013/05/estufas_mejoradas_1.pdf
- Carrillo Palacios, E., & de la Rica Extremiana, J. (2014). *Manual para la Auto construcción de un fogón mejorado de adobe.* Jinotega.
- Carrillo, E., & de la Rica, J. (2012). *Colectivo Zompopo.* Recuperado el 26 de Noviembre de 2015, de <http://www.colectivozompopo.org/wp-content/uploads/2013/11/Fogones-mejorados-de-adobe.pdf>
- Cocinas Mejoradas Perú.* (s.f.). Recuperado el 09 de Febrero de 2016, de <http://www.cocinasmejoradasperu.org.pe/Actualidad/Internacionales/Taller%20Dise%C3%B1o%20y%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20estufas%20de%20le%C3%B1a%20MExico/5-Pruebas%20CCT%20y%20KPT.pdf>
- Colectivo Zompopo.* (2013). Recuperado el 26 de Noviembre de 2015, de <https://goteo.org/project/fogones-adobe-nicaragua>
- Colectivo Zompopo.* (2014). Recuperado el 25 de Noviembre de 2015, de <http://www.colectivozompopo.org/fogones-mejorados-jinotega-2014/>

Díaz Corrales, A. (2016). *Encuestas con Google Formularios y Analisis estadístico con el programa SPSS*. Estelí.

Dicovskyi, L., & Pedroza, H. (2006). *Sistema de Análisis Estadístico con SPSS*. (E. Rodríguez, Ed.) Managua, Nicaragua.

Díez, M. (24 de Agosto de 2016). Matagalpa, Nicaragua.

DIGESTYC. (s.f.). *Dirección General de Estadísticas y Censos*. Recuperado el 25 de Octubre de 2016, de <http://www.digestyc.gob.sv/index.php/temas/des/ehpm/coeficiente-variacion.html?download=131%3A-coeficiente-ehpm-2005>

(2015). *Evaluación Fogones Mejorados de Adobe*. Jinotega.

Fernández Luzuriaga, J. (21 de Agosto de 2015). *Ehuskal Herriko Unibertsitatean*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2016, de http://www.ehu.eus/sgi/ARCHIVOS/TFM_Jon_azkena.pdf

Food and Agriculture Organization . (s.f.). Recuperado el 15 de Enero de 2016, de <http://www.fao.org/docrep/x5400s/x5400s04.htm>

Food and Agriculture Organization. (1991). Recuperado el 04 de Febrero de 2016, de <http://www.fao.org/docrep/x5059s/x5059S05.htm#Combustion>

Gonzalez Exposito, J. O. (Mayo de 2013). *Renovables*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2015, de http://www.renovables.org.ni/media/Documentos/Guia_Tecnica_Cocinas_Mejoradas.pdf

González Expósito, J. O. (Julio de 2013). *Universidad Politénica de Valencia*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2015, de <http://www.upv.es/entidades/CCD/infoweb/ccd/info/U0635489.pdf>

González Luz, M. (25 de Marzo de 2013). *Biblioteca UPE* . Recuperado el 11 de Octubre de 2016, de

http://bibliotecaupe.org/static/media/pdf/EI_LADRILLO_Y_LA_ESTRUCTURA_EN_LA_ARQUITECTURA_DE_PAYSS%C3%89_Y_LORENTEMartin_Gonzalez_Luz.pdf

González, J. (Abril de 2013). *Renovables*. Recuperado el 22 de Enero de 2016, de http://www.renovables.org.ni/media/Documentos/Cuadernillo_Popular_cocinas_mejoradas_2013.pdf

INETER. (2012). *Dirección General de Meteorología*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2016, de servmet.ineter.gob.ni/Meteorologia/climadenicaragua.php

Instituto Nacional de Ecología. (Septiembre de 2009). Recuperado el 21 de Noviembre de 2015, de http://cleancookstoves.org/resources_files/estudio-comparativo-de.pdf

Ministerio Agropecuario. (2008). Recuperado el 16 de Enero de 2016, de <http://www.magfor.gob.ni/prorural/programasnacionales/planforestal.pdf>

National Academy of Sciences. (1983). *Firewood crops* (Vol. II). Washington, D.C., Estados Unidos: National Academy Press.

Proleña. (2010). Recuperado el 15 de Enero de 2016, de http://prolenaecofogon.org/?page_id=91

Stove Team International. (s.f.). Recuperado el 09 de Febrero de 2016, de www.stoveteam.org/_literature_207779/wbt-protocol-espanol

Unidad de Ecotecnologías. (2011). Recuperado el 09 de Febrero de 2016, de <http://ecotec.unam.mx/Ecotec/wp-content/uploads/Protocolo-CCT-2.0.pdf>

XI. ANEXOS

Anexo N° 1: Guía de preguntas para conversatorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Sede Regional del Norte

Recinto Universitario Augusto C. Sandino



La presente Guía de Preguntas se realizará mediante un conversatorio con las familias durante la realización de los test, con el objetivo de recopilar información necesaria respecto al uso de los fogones, cambios que se le han hecho y satisfacción de las familias.

1. ¿Cómo ha sido la experiencia al utilizar un fogón mejorado?
2. En comparación con el fogón tradicional, ¿Cuál le parece que es mejor?
3. ¿Qué obstáculos se le han presentado al utilizar el fogón mejorado?
4. ¿Qué le cambiaría al fogón mejorado para que funcione mejor?
5. ¿La manera de cocinar con el fogón mejorado, cambió con respecto al fogón tradicional?
6. ¿Qué tipos de leña utiliza para el fogón mejorado?
7. ¿Qué modificaciones le ha hecho al fogón?
8. ¿Qué mantenimiento le ha dado?

Anexo N° 2: Instrumento de Observación



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Sede Regional del Norte

Recinto Universitario Augusto C. Sandino



La siguiente Lista de Cotejo tiene será aplicada durante la realización de los test en los hogares, con el fin de observar sistemáticamente aspectos relacionados con el diseño del fogón, cambios que se le han hecho, mantenimiento del mismo, etc.

Fecha	Lista de Cotejo para fogones mejorados		
Comunidad			
Cocinera			
Técnico			
Verificación de los siguientes aspectos	Si	No	Observaciones
Existen alteraciones en el tubo de chimenea			
Se observan modificaciones en la chimenea			
La cocinera usa la plancha metálica			
La Tronera está en buen estado			
Se ha realizado cambios en la cámara de combustión			
Se encuentra en buen estado las varillas metálicas			
Existe una corriente de aire constante			
Se percibe presencia de humo en el interior de la cocina			
Hay fugas de humo en el fogón			
Se observan otras modificaciones en el diseño			

Anexo N° 3: Resultado de consumo específico de combustible y tiempo de cocinado en fogón tradicional y fogón mejorado del primer estudio realizado

Código	Consumo específico de combustible (gr/kg)					CV (%)
	Test 1	Test 2	Test 3	Media	Desviación estándar	
FM-F1	720	754	1590	1021	493	48
FM-F2	942	1134	972	1016	103	10
FM-F3	1275	966	1267	1169	176	15
FM-F4	819	585	455	620	185	30
FM-F5	652	680	441	591	131	22
FM-F6	1211	755	877	948	236	25
FM-F7	281	655	684	540	225	42
FM-F8	1556	238	238	677	761	112
FM-F9	1496	664	942	1034	424	41
FM-F10	653	910	861	808	136	17
FM-F11	467	720	1077	755	306	41
FM-F12	87	224	829	380	395	104
FM-F13	1788	1506	1099	1464	346	24
FM-F14	116	268	596	327	245	75
FM-F15	506	336	782	542	225	42
FM-F16	250	748	1346	781	549	70
FM-F17	991	648	831	823	172	21
FM-F18	1674	1819	344	1279	813	64
FT-F1	111	435	383	310	174	56
FT-F2	336	224	377	312	79	25
FT-F3	470	533	754	586	149	25
FT-F4	448	598	270	439	164	37
FT-F5	392	57		225	237	105
Códigos: FM= Fogón mejorado FT= Fogón Tradicional F1-F18= Familias en estudio F1-F5= Familias en estudio						

Código	Tiempo de cocinado (minutos)					
	Test 1	Test 2	Test 3	Media	Desviación estándar	CV (%)
FM-F1	19	46	23	29	15	50
FM-F2	34	22	36	31	8	25
FM-F3	24	22	28	25	3	12
FM-F4	38	23	24	28	8	30
FM-F5	26	28	28	27	1	4
FM-F6	26	24	23	24	2	6
FM-F7	18	24	23	22	3	15
FM-F8	17	16	21	18	3	15
FM-F9	27	26	14	22	7	32
FM-F10	23	33	25	27	5	20
FM-F11	27	23	16	22	6	25
FM-F12	21	16	20	19	3	14
FM-13	45	27	34	35	9	26
FM-14	32	22	28	27	5	18
FM-15	24	33	28	28	5	16
FM-16	32	26	27	28	3	11
FM-17	23	21	21	22	1	5
FM-F18	13	33	32	26	11	43
FT-F1	43	31	30	35	7	21
FT-F2	22	20	23	22	2	7
FT-F3	22	25	29	25	4	14
FT-F4	17	21	21	20	2	12
FT-F5	16	20		18	3	16
Códigos: FM= Fogón mejorado FT= Fogón Tradicional F1-F18= Familias en estudio F1-F5= Familias en estudio						

Anexo N° 4: Monitoreo de temperatura en Fogón Mejorado Tipo 2

Comunidad	El carrizo	Nombre del técnico	Marina, Alejandro, Engel
Cocinera	Mª Luisa Salgado	Día realización test	22 de Junio, Miércoles
Código	C9	Caso de estudio: fogón mejorado con mala ventilación.	
Fogón mejorado			

PUNTOS DEL FOGÓN	ENFRIAMIENTO FOGÓN TEST #1					CALENT. FOGÓN TEST #1					
	PREVIO A TEST #1					IGNICIÓN COCINA TEST #1	PUESTA PORRA CON ARROZ	DURANTE TEST #1			FIN TEST #1
	10:22	10:32	10:42	10:52	11:02	11:04	11:09	11:24	11:34	11:44	11:42
Adobe frente	40	35	39	37	36			53	70	73	73
Plancha	70	60	51	43	37			89	88	91	91
Tubo	31	32	32	31	28			34	39	46	46
Base chimenea	36	35	36	34	34			40	42	45	45
Desollinador	60	47	49	42	41			0	0	0	0
Frente cámara combustión	60	49	42	39	33			35	61	76	76
Ladrillo interior cámara comb.	200	184	137	136	122			0	0	0	0
Puente tronera	90	122	95	85	79			81	97	118	118
Boca de aire	112	86	83	82	71			91	101	111	111
Parrilla	200	160	118	98	88			0	0	0	0

200 Indica que se han superado los 200°C

0 Nulo=no se podía medir en ese punto porque se estaba cocinado o el desollinador estaba tapado.

Temperaturas de referencia para comenzar cada test

Nota: el primer valor corresponde a cuando se ha vertido el 1 L de agua y está hirviendo

ENFRIAMIENTO FOGÓN						CALENT. FOGÓN TEST #2						ENFRIAMIENTO FOGÓN					
PREVIO A TEST #2						IGNICIÓN COCINA TEST #2	PORRA CON ARROZ	DURANTE TEST #2			FIN TEST #2	POSTERIOR A TEST #2					
HORAS (hh:mm)																	
11:46	11:56	12:06	12:16	12:26	12:36	12:40	12:44	12:56	13:06	13:16	13:15	13:26	13:36	13:46	13:56	14:06	14:16
56	48	50	43	40	40			46	60	64		47	41	47	43	44	41
79	62	54	49	43	42			81	89	104		78	61	54	49	46	44
38	33	33	33	29	30			35	37	41		33	29	28	28	28	28
43	41	39	37	36	36			42	45	46		46	41	39	38	38	38
64	55	48	45	41	41			0	0	0		57	47	49	43	43	40
68	59	50	48	47	40			60	46	75		98	78	52	50	47	35
200	200	178	154	140	131			0	0	0		200	189	166	152	144	128
116	115	108	98	85	78			80	92	108		110	102	97	84	79	72
111	99	91	83	73	74			108	95	125		183	105	85	79	68	56
200	175	143	114	98	88			0	0	0		200	174	129	111	91	89

CALENT. FOGÓN TEST #3					ENFRIAMIENTO FOGÓN							
IGNICIÓN COCINA TEST #3	PORRA CON ARROZ	DURANTE TEST #3		FIN TEST #3	POSTERIOR A TEST #3							
14:18	14:22	14:34	14:44	14:50	14:54	15:04	15:14	15:24	15:34	15:44	15:54	16:04
		69	76		72	51	49	44	46	41	40	40
		83	107		86	68	58	49	46	39	40	36
		29	30		32	27	25	23	24	23	23	22
		49	43		46	44	40	37	36	32	33	33
		0	0		71	52	49	43	43	41	40	39
		59	57		81	77	55	45	33	31	30	33
		0	0		200	200	185	152	149	122	116	110
		78	91		109	108	104	89	81	68	59	60
		88	108		109	83	75	64	61	60	58	61
		0	0		200	153	118	91	82	76	69	62

Anexo N° 5: Fichas de Controlled Cooking Test

Comunidad	La Estancia	Nombre del técnico	Alejandro, Engels	
Cocinera	Simona Picado	Día realización test	25/07/2016	
Código	#1SP-LE			
		#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]				
Ladrillo interior cám.comb		109	103	95
Parrilla		89	86	88
Peso recipiente leña/carbón (g)		110	110	110
Peso recipiente comida (g)		140	140	140
Tipo de leña		Guayabo		
Peso leña inicial (g)		1250	1480	1900
Humedad leña (%)		10.7	11.8	11.3
Hora ignición cocina (hh:mm)		11:36	13:46	16:18
Hora puesta perol (hh:mm)		11:40	13:50	16:22
Hora fin cocinado (hh:mm)		12:12	14:15	16:53
Peso combustible semiquemado (g)		650	760	1220
Peso carbón (g)		50	60	60
Peso comida cocinada (g)		1380	1360	1360
		#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)		1240	1220	1220
Leña seca (kg)		0.453096	0.5348448	0.5039392
Consumo combustible (g/kg)		328.3304348	393.2682353	370.5435294
Tiempo cocinado (min)		32	25	31
MEDIA		364.047	29.333	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR		32.953	3.786	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)		9.052	12.907	

Comunidad	La Estancia	Nombre del técnico	Alejandro, Engels
Cocinero	Carlos Castillo	Día realización test	Lunes 25/07/16
Código	#2CC-LE		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo interior cám.comb	99	94	96
Parrilla	88	89	85
Peso recipiente leña/carbón (g)	110	110	110
Peso recipiente comida (g)	140	140	140
Tipo de leña	Guayabo		
Peso leña inicial (g)	1670	1530	1600
Humedad leña (%)	12.2	11.5	12.2
Hora ignición cocina (hh:mm)	13:00	15:11	17:14
Hora puesta perol (hh:mm)	13:12	15:19	17:19
Hora fin cocinado (hh:mm)	13:38	15:51	17:43
Peso combustible semiquemado (g)	1070	920	1020
Peso carbón (g)	140	120	140
Peso comida cocinada (g)	1300	1380	1330
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1160	1240	1190
Leña seca (kg)	0.308016	0.351432	0.2907488
Consumo combustible (g/kg)	236.9353846	254.6608696	218.6081203
Tiempo cocinado (min)	26	32	24
MEDIA	236.735	27.333	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	18.027	4.163	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	7.615	15.232	

Comunidad	La Estancia	Nombre del técnico	Alejandro, Engels
Cocinera	Lucía Picado	Día realización test	Martes 26/07/16
Código	#3LP-LE		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo interior cám.comb	107	102	113
Parrilla	90	86	88
Peso recipiente leña/carbón (g)	110	110	110
Peso recipiente comida (g)	140	140	140
Tipo de leña	Guayabo		
Peso leña inicial (g)	1580	1580	1610
Humedad leña (%)	12.2	12.4	11.2
Hora ignición cocina (hh:mm)	11:02	13:21	15:03
Hora puesta perol (hh:mm)	11:05	13:24	15:07
Hora fin cocinado (hh:mm)	11:29	13:45	15:27
Peso combustible semiquemado (g)	780	790	760
Peso carbón (g)	80	60	80
Peso comida cocinada (g)	1250	1310	1250
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1110	1170	1110
Leña seca (kg)	0.570688	0.5902848	0.623376
Consumo combustible (g/kg)	456.5504	450.599084	498.7008
Tiempo cocinado (min)	24	21	20
MEDIA	468.617	21.667	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	26.223	2.082	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	5.596	9.608	

Comunidad	La Estancia	Nombre del técnico	Alejandro, Engels
Cocinera	Marbely Cruz	Día realización test	Martes 26/07/16
Código	#4MC-LE		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo interior cám.comb	115	112	126
Parrilla	90	86	88
Peso recipiente leña/carbón (g)	110	110	110
Peso recipiente comida (g)	140	140	140
Tipo de leña	Guayabo		
Peso leña inicial (g)	1780	1530	1840
Humedad leña (%)	10.2	10.6	10.3
Hora ignición cocina (hh:mm)	12:43	14:10	15:43
Hora puesta perol (hh:mm)	12:47	14:14	15:46
Hora fin cocinado (hh:mm)	13:07	14:40	16:07
Peso combustible semiquemado (g)	1070	820	1240
Peso carbón (g)	90	60	30
Peso comida cocinada (g)	1330	1250	1190
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1190	1110	1050
Leña seca (kg)	0.4938896	0.5357088	0.485784
Consumo combustible (g/kg)	371.3455639	428.56704	408.2218487
Tiempo cocinado (min)	20	26	21
MEDIA	402.711	22.333	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	29.006	3.215	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	7.203	14.394	

Comunidad	La Estancia	Nombre del técnico	Alejandro, Engels
Cocinera	Ramona Castillo	Día realización test	Martes 26/07/16
Código	#5RC-LE		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo interior cám.comb	102	112	119
Parrilla	89	86	85
Peso recipiente leña/carbón (g)	110	110	110
Peso recipiente comida (g)	140	140	140
Tipo de leña	Guayabo		
Peso leña inicial (g)	1700	1530	1670
Humedad leña (%)	9.7	10.6	8.5
Hora ignición cocina (hh:mm)	17:30	14:10	16:17
Hora puesta perol (hh:mm)	17:38	14:14	16:21
Hora fin cocinado (hh:mm)	18:09	14:40	16:44
Peso combustible semiquemado (g)	780	820	880
Peso carbón (g)	120	60	120
Peso comida cocinada (g)	1300	1330	1230
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1160	1190	1090
Leña seca (kg)	0.6400512	0.5357088	0.534792
Consumo combustible (g/kg)	492.3470769	402.7885714	434.7902439
Tiempo cocinado (min)	31	26	23
MEDIA	443.309	26.667	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	45.383	4.041	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	10.237	15.155	

Comunidad	Los Calpules	Nombre del técnico	Alejandro, Engels
Cocinera	Clementina Blandón	Día realización test	Jueves 28/07/16
Código	#6CB-LC		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo interior cám.comb	103	115	113
Parrilla	88	85	90
Peso recipiente leña/carbón (g)	110	110	110
Peso recipiente comida (g)	140	140	140
Tipo de leña	Guayabo		
Peso leña inicial (g)	1900	1390	1610
Humedad leña (%)	8.35	8.47	9.15
Hora ignición cocina (hh:mm)	11:10	13:08	14:50
Hora puesta perol (hh:mm)	11:17	13:12	14:54
Hora fin cocinado (hh:mm)	11:43	13:40	15:21
Peso combustible semiquemado (g)	1240	770	1100
Peso carbón (g)	60	60	60
Peso comida cocinada (g)	1360	1130	1050
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1220	990	910
Leña seca (kg)	0.5082768	0.47118432	0.3677352
Consumo combustible (g/kg)	373.7329412	416.9772743	350.224
Tiempo cocinado (min)	26	28	27
MEDIA	379.321	27.000	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	33.859	1.000	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	8.926	3.704	

Comunidad	Los Calpules	Nombre del técnico	Alejandro, Engels
Cocinera	Margarita García	Día realización test	Jueves 28/07/16
Código	#7MG-LC		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo interior cám.comb	122	116	119
Parrilla	90	88	90
Peso recipiente leña/carbón (g)	110	110	110
Peso recipiente comida (g)	140	140	140
Tipo de leña	Guayabo		
Peso leña inicial (g)	1500	1610	1500
Humedad leña (%)	8.46	8.77	9.9
Hora ignición cocina (hh:mm)	12:00	14:00	15:46
Hora puesta perol (hh:mm)	12:03	14:05	15:51
Hora fin cocinado (hh:mm)	12:29	14:31	16:10
Peso combustible semiquemado (g)	540	650	590
Peso carbón (g)	170	200	220
Peso comida cocinada (g)	1270	1160	1130
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1130	1020	990
Leña seca (kg)	0.61403808	0.56570496	0.4790992
Consumo combustible (g/kg)	483.4945512	487.6766897	423.9815929
Tiempo cocinado (min)	26	26	24
MEDIA	465.051	25.333	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	35.629	1.155	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	7.661	4.558	

Comunidad	Agua Zarca	Nombre del técnico	Alejandro, Engels
Cocinera	Martha Chavarría	Día realización test	Viernes 29/07/16
Código	#8MC-AZ		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo interior cám.comb	122	115	112
Parrilla	86	89	84
Peso recipiente leña/carbón (g)	110	110	110
Peso recipiente comida (g)	140	140	140
Tipo de leña	Guayabo		
Peso leña inicial (g)	1610	1410	1390
Humedad leña (%)	7.9	7.9	7.7
Hora ignición cocina (hh:mm)	10:33	13:40	17:10
Hora puesta perol (hh:mm)	10:39	13:44	17:15
Hora fin cocinado (hh:mm)	11:03	14:06	17:42
Peso combustible semiquemado (g)	740	680	630
Peso carbón (g)	230	180	220
Peso comida cocinada (g)	1360	1360	1130
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1220	1220	990
Leña seca (kg)	0.4480224	0.3954096	0.3644576
Consumo combustible (g/kg)	329.4282353	290.7423529	322.5288496
Tiempo cocinado (min)	24	22	27
MEDIA	314.233	24.333	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	20.634	2.517	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	6.566	10.342	

Comunidad	El Carrizo	Nombre del técnico	Alejandro
Cocinera	Elisabeth Gutiérrez	Día realización test	8 de Julio, Viernes
Código	#9EG-EC		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo interior cám.comb	119	120	140
Parrilla	88	86	88
Peso recipiente leña/carbón (g)	500	500	500
Peso recipiente comida (g)	352	352	352
Tipo de leña	VAINILLA		
Longitud de leña (cm); Sección (cm2)	50 cm; 3 cm x 3 cm		
Peso leña inicial (g)	998	765	1037
Humedad leña (%)	11.9	12.4	11.875
Hora ignición cocina (hh:mm)	11:44	14:00	16:03
Hora puesta perol (hh:mm)	11:51	14:10	16:15
Hora fin cocinado (hh:mm)	12:37	14:58	17:10
Peso combustible semiquemado (g)	441	200	520
Peso carbón (g)	31	21	51
Peso comida cocinada (g)	1126	1191	1207
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1126	1191	1207
Leña seca (kg)	0.43626304	0.4550328	0.371739
Consumo combustible (g/kg)	387.4449734	382.0594458	307.9859155
Tiempo cocinado (min)	46	48	55
Consumo combustible (g/kg)		Tiempo cocinado (min)	
MEDIA	359.163	MEDIA	49.667
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	44.403	DESVEST	4.726
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	12.363	CV (%)	9.515

Comunidad	El Carrizo	Nombre del técnico	Marina
Cocinera	Imara Gutiérrez	Día realización test	8 de Julio, Viernes
Código	#10IG-EC		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo interior cám.comb	79	135	140
Parrilla	88	88	89
Peso recipiente leña/carbón (g)	500	500	500
Peso recipiente comida (g)	352	352	352
Tipo de leña	VAINILLA		
Longitud de leña (cm); Sección (cm2)	50 cm; 3 cm x 3 cm		
Peso leña inicial (g)	911	956	930
Humedad leña (%)	10.575	11.575	11.05
Hora ignición cocina (hh:mm)	10:54	12:56	14:47
Hora puesta perol (hh:mm)	10:59	12:59	15:00
Hora fin cocinado (hh:mm)	11:32	13:39	15:32
Peso combustible semiquemado (g)	320	412	409
Peso carbón (g)	21	49	37
Peso comida cocinada (g)	1186	1222	1245
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1186	1222	1245
Leña seca (kg)	0.48950196	0.39997584	0.40102104
Consumo combustible (g/kg)	412.7335245	327.3124714	322.105253
Tiempo cocinado (min)	33	20	32
Consumo combustible (g/kg)		Tiempo cocinado (min)	
MEDIA	354.050	MEDIA	28.333
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	50.888	DESVEST	7.234
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	14.373	CV (%)	25.532

Nota: En la tercera preñida se demoró, porque costó más encender el fogón antes de poner la porra con aceite. Se apagó un par de veces lo que obligó a poner más Ocote.

Comunidad	El Carrizo	Nombre del técnico	Marina Díez, Alejandro, Engel	
Cocinera	MªLuisa Salgado	Día realización test	22 de Junio, Miércoles	
Código	#11MS-EC			
	CONTROLLED COOKING TEST			
	Nº TEST			
	#1	#2	#3	
Temperaturas de referencia [°C]				
Ladrillo interior cám.comb		122	131	128
Parrilla		88	88	89
Peso recipiente leña/carbón (g)		500	500	500
Tipo de leña		CHAPERNO		
Peso recipiente comida (g)		352	352	352
Longitud leña (cm); Sección (cm2)		40 cm; 3 cm x 3 cm		
Peso leña inicial (g)		1071	901	1098
Humedad leña (%)		13.225	12.875	13.05
Hora ignición cocina (hh:mm)		11:04	12:40	14:18
Hora puesta perol (hh:mm)		11:09	12:44	14:22
Hora fin cocinado (hh:mm)		11:42	13:15	14:50
Peso combustible semiquemado (g)		505	357	507
Peso carbón (g)		10	41	60
Peso comida cocinada (g)		1199	1044	1169
	RESULTADOS CCT			
	#1	#2	#3	
Peso comida cocinada (g)		1199	1044	1169
Leña seca (kg)		0.46716408	0.4040552	0.41461944
Consumo combustible (g/kg)		389.6280901	387.0260536	354.678734
Tiempo cocinado (min)		33	31	28
Consumo combustible (g/kg)		Tiempo cocinado (min)		
MEDIA		377.111	MEDIA	30.667
DESVIACIÓN ESTÁNDAR		19.470	DESVEST	2.517
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)		5.163	CV (%)	8.206

Comunidad	El Carrizo	Nombre del técnico	Marina
Cocinera	Verónica Montenegro	Día realización test	19 de Julio, Martes
Código	#12VM-EC		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo interior cám.comb	97	117	124
Parrilla	87	88	88
Peso recipiente leña/carbón (g)	500	500	500
Peso recipiente comida (g)	352	352	352
Tipo de leña	VAINILLA		
Longitud de leña (cm); Sección (cm2)	50 cm; 3 cm x 3 cm		
Peso leña inicial (g)	1448	1419	1252
Humedad leña (%)	10.1	12.2	13.2
Hora ignición cocina (hh:mm)	11:03	12:54	14:24
Hora puesta perol (hh:mm)	11:11	12:56	14:28
Hora fin cocinado (hh:mm)	11:56	12:39	15:15
Peso combustible semiquemado (g)	656	767	612
Peso carbón (g)	43	36	35
Peso comida cocinada (g)	1234	1175	1251
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1234	1175	1251
Leña seca (kg)	0.63790896	0.50891072	0.4928824
Consumo combustible (g/kg)	516.9440519	433.1155064	393.9907274
Tiempo cocinado (min)	45	43	47
Consumo combustible (g/kg)		Tiempo cocinado (min)	
MEDIA	448.017	MEDIA	45.000
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	62.817	DESVEST	2.000
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	14.021	CV (%)	4.444

Comunidad	El Carrizo	Nombre del técnico	Alejandro
Cocinera	Mercedes Zeledón	Día realización test	22 de Julio, Viernes
Código	#13MZ-EC		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo interior cám.comb	98	137	143
Parrilla			
	87	89	89
Peso recipiente leña/carbón (g)	500	500	500
Peso recipiente comida (g)	352	352	352
Tipo de leña	VAINILLA		
Longitud de leña (cm); Sección (cm2)	50 cm; 3 cm x 3 cm		
Peso leña inicial (g)	1293	1247	1385
Humedad leña (%)	9.679	11.055	9.5
Hora ignición cocina (hh:mm)	11:02	12:50	14:41
Hora puesta perol (hh:mm)	11:10	12:58	14:48
Hora fin cocinado (hh:mm)	11:45	13:37	15:23
Peso combustible semiquemado (g)	375	416	431
Peso carbón (g)	36	55	46
Peso comida cocinada (g)	1217	1281	1128
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1217	1281	1128
Leña seca (kg)	0.764484394	0.645608904	0.7834944
Consumo combustible (g/kg)	628.1712355	503.9882155	694.587234
Tiempo cocinado (min)	35	39	35
Consumo combustible (g/kg)		Tiempo cocinado (min)	
MEDIA	608.916	MEDIA	36.333
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	96.748	DESVEST	2.309
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	15.888	CV (%)	6.356

Comunidad	El Carrizo	Nombre del técnico		Marina Díez y Jon de la Rica
Cocinera	Claudia Montenegro	Día realización test		21 de Junio, Martes (test #1 #2)/ 11 de Julio, Lunes (test #3)
Código	#14CM-EC			
		#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]				
Ladrillo interior cám.comb		135	142	
Parrilla		89	88	
Peso recipiente leña/carbón (g)		500	500	500
Peso recipiente comida (g)		352	352	352
Tipo de leña		CHAPERNO		VAINILLA
Longitud leña (cm); Sección (cm2)		40 cm; 3 cm x 3 cm		50 cm; 3 cm x 3 cm
Peso leña inicial (g)		1450	1270	1287
Humedad leña (%)		15.4	15.4	11.725
Hora ignición cocina (hh:mm)		11:34	13:21	
Hora puesta perol (hh:mm)		11:37	13:23	
Hora fin cocinado (hh:mm)		12:11	13:50	
Peso combustible semiquemado (g)		820	480	
Peso carbón (g)		60	130	
Peso comida cocinada (g)		1008	1228	
		#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)		1008	1228	
Leña seca (kg)		0.4313376	0.4587408	
Consumo combustible (g/kg)		427.9142857	373.5674267	
Tiempo cocinado (min)		34	29	
Consumo combustible (g/kg)			Tiempo cocinado (min)	
MEDIA		400.741	MEDIA	31.500
DESVIACIÓN ESTÁNDAR		38.429	DESVEST	3.536
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)		9.589	CV (%)	11.224

Comunidad	El Carrizo	Nombre del técnico	Marina
Cocinera	Ermelinda Zeledón	Día realización test	11 de Julio, Lunes
Código	#15EZ-EC		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo interior cám.comb	114	126	133
Parrilla	88	87	88
Peso recipiente leña/carbón (g)	500	500	500
Peso recipiente comida (g)	352	352	352
Tipo de leña	VAINILLA		
Longitud de leña (cm); Sección (cm2)	50 cm; 3 cm x 3 cm		
Peso leña inicial (g)	1292	1006	1082
Humedad leña (%)	10.05	12.2	12.25
Hora ignición cocina (hh:mm)	11:38	13:36	15:24
Hora puesta perol (hh:mm)	11:42	13:40	15:27
Hora fin cocinado (hh:mm)	12:20	14:20	16:12
Peso combustible semiquemado (g)	665	454	412
Peso carbón (g)	90	59	58
Peso comida cocinada (g)	1276	1210	1247
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1276	1210	1247
Leña seca (kg)	0.42142488	0.38807472	0.491076
Consumo combustible (g/kg)	330.2702821	320.7229091	393.8059342
Tiempo cocinado (min)	38	40	39
Consumo combustible (g/kg)		Tiempo cocinado (min)	
MEDIA	348.266	MEDIA	39.000
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	39.726	DESVEST	1.000
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	11.407	CV (%)	2.564

Comunidad	Piedra de Agua	Nombre del técnico	Marina
Cocinera	Celsa Montenegro	Día realización test	23 de Junio, Jueves
Código	#16CM-PA		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo interior cám.comb	122	133	134
Parrilla	86	86	87
Peso recipiente leña/carbón (g)	500	500	500
Peso recipiente comida (g)	352	352	352
Tipo de leña	CHAPERNO		
Longitud leña (cm); Sección (cm2)	40 cm; 3 cm x 3 cm		
Peso leña inicial (g)	1190	1200	1100
Humedad leña (%)	12.3	12.67	14.17
Hora ignición cocina (hh:mm)	10:54	12:30	13:52
Hora puesta perol (hh:mm)	10:58	12:39	13:57
Hora fin cocinado (hh:mm)	11:31	13:06	14:34
Peso combustible semiquemado (g)	510	665	600
Peso carbón (g)	100	30	20
Peso comida cocinada (g)	1205	1300	1350
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1205	1300	1350
Leña seca (kg)	0.4363232	0.41408136	0.390648
Consumo combustible (g/kg)	362.0939419	318.5241231	289.3688889
Tiempo cocinado (min)	33	27	37
Consumo combustible (g/kg)		Tiempo cocinado (min)	
MEDIA	323.329	MEDIA	32.333
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	36.600	DESVEST	5.033
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	11.320	CV (%)	15.567

Comunidad	Piedra de Agua	Nombre del técnico	Marina
Cocinera	Eliberta y Leonel Zeledón	Día realización test	30 de Junio, Jueves
Código	#17LZ-PA		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo interior cám.comb	145	130	145
Parrilla	88	88	88
Peso recipiente leña/carbón (g)	500	500	500
Peso recipiente comida (g)	352	352	352
Tipo de leña	VAINILLA		
Longitud de leña (cm); Sección (cm2)	50 cm;3 cm x 3 cm		
Peso leña inicial (g)	1413	1313	1527
Humedad leña (%)	13.1	12.325	13.1
Hora ignición cocina (hh:mm)	10:07	11:32	12:52
Hora puesta perol (hh:mm)	10:10	11:34	12:54
Hora fin cocinado (hh:mm)	10:33	11:58	13:18
Peso combustible semiquemado (g)	758	715	790
Peso carbón (g)	46	24	48
Peso comida cocinada (g)	1134.9	1073	1137
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1134.9	1073	1137
Leña seca (kg)	0.4898984	0.47945208	0.55686736
Consumo combustible (g/kg)	431.6665786	446.8332526	489.7690062
Tiempo cocinado (min)	23	24	24
Consumo combustible (g/kg)		Tiempo cocinado (min)	
MEDIA	456.090	MEDIA	23.667
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	30.137	DESVEST	0.577
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	6.608	CV (%)	2.440

Comunidad	Piedra de Agua		Nombre del técnico	Marina		
Cocinera	Neris Zeledón y Hector		Día realización test	30 de Junio, Jueves (test #1 y #2); 12 de Julio, Miércoles (test #3 y #4)		
Código	#18NZ-PA					
			#1	#2	#3	#4
Temperaturas de referencia [°C]						
Ladrillo interior cám.comb			105	103	105	119
Parrilla			88	89	88	89
Peso recipiente leña/carbón (g)			500	500	500	500
Peso recipiente comida (g)			352	352	352	352
Tipo de leña			VAINILLA			
Longitud de leña (cm); Sección (cm2)			50 cm; 3 cm x 3 cm			
Peso leña inicial (g)			1333	1323	1485	1309
Humedad leña (%)			13.275	11.425	11.775	12.4
Hora ignición cocina (hh:mm)			14:12	16:25	14:30	16:16
Hora puesta perol (hh:mm)			14:16	16:30	14:36	16:19
Hora fin cocinado (hh:mm)			15:18	16:59	15:10	16:52
Peso combustible semiquemado (g)			759	597	877	532
Peso carbón (g)			39	40	42	63
Peso comida cocinada (g)			1378	1183	1127	1239
			#1	#2	#3	#4
Peso comida cocinada (g)			1378	1183	1127	1239
Leña seca (kg)			0.43015768	0.5731010	0.46481696	0.5745902
Consumo combustible (g/kg)			312.1608708	484.44720	412.437409	463.75322
Tiempo cocinado (min)			62	29	34	33
Consumo combustible (g/kg)				Tiempo cocinado (min)		
MEDIA			453.546	MEDIA	32.000	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR			37.074	DESVEST	2.646	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)			8.174	CV (%)	8.268	

Nota: En el test #1 se tardó mucho en cocinar el arroz porque el aire en la boca del fogón era pobre, lo que hizo que la cocinera tuviera que soplar. Además, la cocinera dice no estar acostumbrada a este tipo de leña lo que hizo que el manejo fuera más costoso.

Volver a repetir el Test #1 y considerar como válido el Test #2

Comunidad	Piedra de Agua	Nombre del técnico	Alejandro	
Cocinera	Maritza Díaz	Día realización test	14 de Julio, Jueves	
Código	#19MD-PA			
	#1	#2	#3	
Temperaturas de referencia [°C]				
Ladrillo interior cám.comb	114	116		
Parrilla	89	89		
Peso recipiente leña/carbón (g)	500	500	500	
Peso recipiente comida (g)	352	352	352	
Tipo de leña	VAINILLA			
Longitud de leña (cm); Sección (cm2)	50 cm; 3 cm x 3 cm			
Peso leña inicial (g)	956	1143	1036	
Humedad leña (%)	11.54	9.6	9.6	
Hora ignición cocina (hh:mm)	11:29	13:43		
Hora puesta perol (hh:mm)	11:34	13:46		
Hora fin cocinado (hh:mm)	12:17	14:24		
Peso combustible semiquemado (g)	170	334		
Peso carbón (g)	42	30		
Peso comida cocinada (g)	1159	1241		
	#1	#2	#3	
Peso comida cocinada (g)	1159	1241		
Leña seca (kg)	0.621411072	0.67701632		
Consumo combustible (g/kg)	536.1614081	545.5409508		
Tiempo cocinado (min)	43	38		
Consumo combustible (g/kg)		Tiempo cocinado (min)		
MEDIA	540.851	MEDIA	40.423	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	6.632	DESVEST	3.536	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	1.226	CV (%)	8.746	

Comunidad	Casa Sola	Nombre del técnico	Marina
Cocinera	Mª Jesús y Jose Luis Saenz	Día realización test	2 de Julio, Sábado
Código	#20MJ-CS		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo exterior cám.comb	37	66	70
Centro cámara comb (parrilla)	87	87	87
Peso recipiente leña/carbón (g)	500	500	500
Peso recipiente comida (g)	352	352	352
Tipo de leña	VAINILLA		
Longitud leña (cm); Sección (cm2)	50 cm; 3 cm x 3 cm		
Peso leña inicial (g)	1283	1480	1423
Humedad leña (%)	12	13.1	14.76
Hora ignición cocina (hh:mm)	11:13	13:10	14:42
Hora puesta perol (hh:mm)	11:24	13:14	14:46
Hora fin cocinado (hh:mm)	12:05	13:49	15:34
Peso combustible semiquemado (g)	654	995	939
Peso carbón (g)	83	49	24
Peso comida cocinada (g)	1395	1389	1371
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1395	1389	1371
Leña seca (kg)	0.4199624	0.3403408	0.367988992
Consumo combustible (g/kg)	301.0483154	245.0257739	268.4091845
Tiempo cocinado (min)	41	35	48
Consumo combustible (g/kg)		Tiempo cocinado (min)	
MEDIA	271.494	MEDIA	41.333
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	28.138	DESVEST	6.506
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	10.364	CV (%)	15.741

Comunidad	Casa Sola	Nombre del técnico	Marina
Cocinera	Dora y Domingo Herrera	Día realización test	1 de Julio, Viernes
Código	#21DH-CS		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo exterior cám.comb	62	64	60
Centro cámara comb (parrilla)	100	101	102
Peso recipiente leña/carbón (g)	500	500	500
Peso recipiente comida (g)	352	352	352
Tipo de leña	VAINILLA		
Longitud leña (cm); Sección (cm2)	50 cm; 3 cm x 3 cm		
Peso leña inicial (g)	1544	1319	1556
Humedad leña (%)	12.88	12.83	13.02
Hora ignición cocina (hh:mm)	13:05	14:55	16:36
Hora puesta perol (hh:mm)	13:08	14:00	16:40
Hora fin cocinado (hh:mm)	13:46	15:42	17:24
Peso combustible semiquemado (g)	955	935	969
Peso carbón (g)	33	37	39
Peso comida cocinada (g)	1100	700	1101
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1100	700	1101
Leña seca (kg)	0.454533216	0.273320736	0.442901312
Consumo combustible (g/kg)	413.2120145	390.4581943	402.2718547
Tiempo cocinado (min)	38	42	44
Consumo combustible (g/kg)		Tiempo cocinado (min)	
MEDIA	401.981	MEDIA	41.333
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	11.380	DESVEST	3.055
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	2.831	CV (%)	7.391

Comunidad	El Carrizo	Nombre del técnico	Marina Díez
Cocinera	MªLuisa Hija	Día realización test	6 de Julio, Miércoles
Código	#22HML-EC		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo exterior cám.comb	74	65	60
Centro cámara comb (parrilla)	80	80	80
Peso recipiente leña/carbón (g)	500	500	500
Peso recipiente comida (g)	352	352	352
Tipo de leña	CHAPERNO		
Longitud leña (cm); Sección (cm2)	40 cm; 3 cm x 3 cm		
Peso leña inicial (g)	840	897	1099
Humedad leña (%)	14.175	13.375	12.475
Hora ignición cocina (hh:mm)	10:43	12:20	13:57
Hora puesta perol (hh:mm)	10:48	12:25	14:00
Hora fin cocinado (hh:mm)	11:29	12:58	14:36
Peso combustible semiquemado (g)	391	487	693
Peso carbón (g)	13	35	30
Peso comida cocinada (g)	1143	1206	1342
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1143	1206	1342
Leña seca (kg)	0.35821676	0.296082	0.30427368
Consumo combustible (g/kg)	313.4004899	245.5074627	226.7315052
Tiempo cocinado (min)	41	33	36
Consumo combustible (g/kg)		Tiempo cocinado (min)	
MEDIA	261.880	MEDIA	36.667
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	45.595	DESVEST	4.041
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	17.411	CV (%)	11.022

Comunidad	Piedra de Agua	Nombre del técnico	Marina Díez
Cocinera	M ^a Francisca (Madre Celsa)	Día realización test	12 de Julio, Miércoles
Código	#23MF-PA		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo exterior cám.comb	60	54	50
Centro cámara comb (parrilla)	88	89	87
Peso recipiente leña/carbón (g)	500	500	500
Peso recipiente comida (g)	352	352	352
Tipo de leña	VAINILLA		
Longitud leña (cm); Sección (cm2)	50 cm; 3 cm x 3 cm		
Peso leña inicial (g)	1405	1262	1306
Humedad leña (%)	12	12.075	10.05
Hora ignición cocina (hh:mm)	08:42	10:43	12:08
Hora puesta perol (hh:mm)	08:45	10:45	12:10
Hora fin cocinado (hh:mm)	09:30	11:23	12:55
Peso combustible semiquemado (g)	961	926	1022
Peso carbón (g)	23		
Peso comida cocinada (g)	1377	1353	1436
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1377	1353	1436
Leña seca (kg)	0.3498264	0.29055936	0.25203296
Consumo combustible (g/kg)	254.0496732	214.751929	175.5104178
Tiempo cocinado (min)	45	38	45
Consumo combustible (g/kg)		Tiempo cocinado (min)	
MEDIA	214.771	MEDIA	42.667
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	39.270	DESVEST	4.041
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	18.284	CV (%)	9.472

Comunidad	Piedra de Agua	Nombre del técnico	Marina Díez
Cocinera	Rita (Madre Maritza)	Día realización test	14 de Julio, Jueves
Código	#24R-PA		
	#1	#2	#3
Temperaturas de referencia [°C]			
Ladrillo exterior cám.comb	54.4	54	60
Centro cámara comb (parrilla)	87	87	89
Peso recipiente leña/carbón (g)	500	500	500
Peso recipiente comida (g)	352	352	352
Tipo de leña	VAINILLA		
Longitud leña (cm); Sección (cm2)	50 cm; 3 cm x 3 cm		
Peso leña inicial (g)	1213	1155	1087
Humedad leña (%)	12	8.975	10.75
Hora ignición cocina (hh:mm)	09:47	11:17	12:43
Hora puesta perol (hh:mm)	09:51	11:20	12:47
Hora fin cocinado (hh:mm)	10:20	11:52	13:13
Peso combustible semiquemado (g)	612	595	690
Peso carbón (g)	49	25	29
Peso comida cocinada (g)	1131	1167	1180
	#1	#2	#3
Peso comida cocinada (g)	1131	1167	1180
Leña seca (kg)	0.4467256	0.4662088	0.3057012
Consumo combustible (g/kg)	394.982847	399.4934019	259.0688136
Tiempo cocinado (min)	31	32	34
Consumo combustible (g/kg)		Tiempo cocinado (min)	
MEDIA	351.182	MEDIA	32.333
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	79.804	DESVEST	1.528
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	22.724	COV (%)	4.724

Anexo N° 6: Controlled Cooking Test (CCT) Data Calculation Sheet v 2.0.

SHELL FOUNDATION HEH PROJECT CONTROLLED COOKING TEST

DATA AND CALCULATION FORM

Shaded cells require user input; unshaded cells automatically display outputs

Qualitative data

Name(s) of Tester(s)

Type of stove: Stove 1

Type of stove: Stove 2

Test Number

Location

Date

Wood species

Average Hardwood

Quantitative testing conditions

	<u>data</u>	<u>units</u>	<u>variable</u>		<u>data</u>	<u>units</u>	<u>variable</u>
Avg dimensions of wood (length x width x height)		cm	--	Empty weight of Pot # 1		g	P1
Wood moisture content (% - wet basis)		%	m	Empty weight of Pot # 2		g	P2
Local boiling point of water	100	°C	T _b	Empty weight of Pot # 3		g	P3
(default value is 100 °C - correct if local value differs)				Empty weight of Pot # 4		g	P4
				Weight of container for char		g	k

Other comments on test conditions

The Standardized Cooking Task

Use this space to describe the standardized cooking process that forms the basis of this test. Describe each step with enough detail so that an experienced cook from the area where the test is performed could follow them easily. If more space is needed, extend the description below the space provided.

<u>Ingredient</u>	<u>Name</u>	<u>Amount (g)</u>	<u>Step</u>	<u>Directions</u>
1			1	
2				
3			2	
4				
5			3	
6				
7			4	
8				
9			5	
10				
11			6	
12				
13			7	
14				
15			8	
16				
17			9	
18				
19			10	
20				

CCT-1 for the

Wind conditions

no wind

Air temperature

°C

Shaded cells require user input; unshaded cells automatically display outputs

To be filled in after cooking task is complete (as defined by the directions on the "Description" worksheet)

MEASUREMENTS	Units	Initial measurements		Final measurements		Comments about cooking process (smokiness, ease of use, etc.)
		data	label	data	label	
Weight of wood used for cooking	g		f_i		f_f	
Weight of charcoal+container	g				C_c	
Weight of Pot # 1 with cooked food	g				$P1_f$	
Weight of Pot # 2 with cooked food	g				$P2_f$	
Weight of Pot # 3 with cooked food	g				$P3_f$	
Weight of Pot # 4 with cooked food	g				$P4_f$	
Time	min		t_i		t_f	

CALCULATIONS		Formula	CALCULATIONS		Formula
Total weight of food cooked	g	$W_f = \sum_{j=1}^4 (P_{j_f} - P_j)$	Specific fuel consumption g/kg		$SC = \frac{f_d}{W_f} * 1000$
Weight of char remaining	g	$\Delta C_c = k - C_c$	Total cooking time	min	$\Delta t = t_f - t_i$
Equivalent dry wood consumed	g	$f_d = (f_f - f_i) * (1 - (1.12 * m)) - 1.5 * \Delta C_c$			

Description of stove (indicate the construction material of the stove, the way that the pot(s) fits in the stove, and the presence of insulation, chimney, workspace, etc):

CCT-2 for the

Wind conditions

(select from list)

Air temperature

°C

Shaded cells require user input; unshaded cells automatically display outputs

To be filled in after cooking task is complete (as defined by the directions on the "Description" worksheet)

MEASUREMENTS	Units	Initial measurements		Final measurements		Comments about cooking process (smokiness, ease of use, etc)
		data	label	data	label	
Weight of wood used for cooking	g		f_i		f_f	
Weight of charcoal+container	g				c_c	
Weight of Pot # 1 with cooked food	g				$P1_f$	
Weight of Pot # 2 with cooked food	g				$P2_f$	
Weight of Pot # 3 with cooked food	g				$P3_f$	
Weight of Pot # 4 with cooked food	g				$P4_f$	
Time	min		t_i		t_f	

CALCULATIONS		Formula	CALCULATIONS		Formula
Total weight of food cooked	g	$W_f = \sum_{j=1}^4 (P_{j_f} - P_j)$	Specific fuel consumption g/kg		$SC = \frac{f_d}{W_f} * 1000$
Weight of char remaining	g	$\Delta c_c = k - c_c$	Total cooking time	min	$\Delta t = t_f - t_i$
Equivalent dry wood consumed	g	$f_d = (f_f - f_i) * (1 - (1.12 * m)) - 1.5 * \Delta c_c$			

Description of stove (indicate the construction material of the stove, the way that the pot(s) fits in the stove, and the presence of insulation, chimney, workspace, etc):

CCT-3 for the

Wind conditions (select from list) ▼

Shaded cells require user input; unshaded cells automatically display outputs

Air temperature °C

To be filled in after cooking task is complete (as defined by the directions on the "Description" worksheet)

MEASUREMENTS	Units	Initial measurements		Final measurements		Comments about cooking process (smokiness, ease of use, etc.)
		data	label	data	label	
Weight of wood used for cooking	g		f_i		f_f	
Weight of charcoal+container	g				C_c	
Weight of Pot # 1 with cooked food	g				$P1_f$	
Weight of Pot # 2 with cooked food	g				$P2_f$	
Weight of Pot # 3 with cooked food	g				$P3_f$	
Weight of Pot # 4 with cooked food	g				$P4_f$	
Time	min		t_i		t_f	

CALCULATIONSFormulaCALCULATIONSFormula

Total weight of food cooked	g	$W_f = \sum_{j=1}^4 (P_{j_f} - P_{j_i})$	Specific fuel consumption g/kg	$SC = \frac{f_d}{W_f} * 1000$
Weight of char remaining	g	$\Delta C_c = C_c - C_i$	Total cooking time min	$\Delta t = t_f - t_i$
Equivalent dry wood consumed	g	$f_d = (f_i - f_f) * (1 - (1.12 * m)) - 1.5 * \Delta C_c$		

Description of stove (indicate the construction material of the stove, the way that the pot(s) fits in the stove, and the presence of insulation, chimney, workspace, etc):

Results of CCT comparing two stoves

Stove type/model: Stove 1	0
Stove type/model: Stove 2	0
Location	0
Wood species	Average Hardwood

Summary of comments on stove 1

1. CCT results: Stove 1	units	Test 1	Test 2	Test 3	Mean	St Dev
Total weight of food cooked	g					
Weight of char remaining	g					
Equivalent dry wood consumed	g					
Specific fuel consumption	g/kg					
Total cooking time	min					

2. CCT results: Stove 2	units	Test 1	Test 2	Test 3	Mean	St Dev
Total weight of food cooked	g					
Weight of char remaining	g					
Equivalent dry wood consumed	g					
Specific fuel consumption	g/kg					
Total cooking time	min					

Comparison of Stove 1 and Stove 2		% difference	T-test	Sig @ 95% ?
Specific fuel consumption	g/kg			
Total cooking time	min			

Summary of comments on stove 2

Anexo N° 7: Resultado de consumo específico de combustible y tiempo de cocinado en fogón mejorado tipo 1

Código	Consumo específico de combustible (Gr/Kg)					
	Test 1	Test 2	Test 3	Media	Desviación Estándar	CV%
M1-F1	328.3304348	393.2682353	370.5435294	364.0474	32.9526821	9.05
M1-F2	236.9353846	254.6608696	218.6081203	236.734792	18.0272117	7.61
M1-F3	456.5504	450.599084	498.7008	468.616761	26.2229208	5.60
M1-F4	371.3455639	428.56704	408.2218487	402.711484	29.0059894	7.20
M1-F5	492.3470769	402.7885714	434.7902439	443.308631	45.3828565	10.24
M1-F6	373.7329412	416.9772743	350.224	380.311405	33.8593717	8.90
M1-F7	483.4945512	487.6766897	423.9815929	465.050945	35.6285182	7.66
M1-F8	329.4282353	290.7423529	322.5288496	314.233146	20.634035	6.57
Códigos: M1= Fogón mejorado tipo 1; F1 a F8= Familias en estudio						

Código	Tiempo de cocinado (hh:mm)					
	Test 1	Test 2	Test 3	Media	Desv. Estándar	CV%
M1-F1	00:32	00:25	00:31	00:29	0.00262912	12.907
M1-F2	00:26	00:32	00:24	00:27	0.0028912	15.232
M1-F3	00:24	00:21	00:20	00:21	0.0014456	9.608
M1-F4	00:20	00:26	00:21	00:22	0.00223233	14.394
M1-F5	00:31	00:26	00:23	00:26	0.00280656	15.155
M1-F6	00:26	00:28	00:27	00:27	0.00069444	3.704
M1-F7	00:26	00:26	00:24	00:25	0.00080188	4.558
M1-F8	00:24	00:22	00:27	00:24	0.00174765	10.342
Códigos: M1= Fogón mejorado tipo 1; F1 a F8= Familias en estudio						

Anexo N° 8: Resultado de consumo específico de combustible y tiempo de cocinado en fogón mejorado tipo 2

Código	Consumo específico de combustible (gr/kg)					
	Test 1	Test 2	Test 3	Media	Desviación Estándar	CV (%)
M2-F1	387.44497	382.05945	307.98592	359.163445	44.4027658	12.36
M2-F2	412.73352	327.31247	322.10525	354.050416	50.8877114	14.37
M2-F3	389.62809	387.02605	354.67873	377.110959	19.4703928	5.16
M2-F4	516.94405	433.11551	393.99073	448.016762	62.816523	14.02
M2-F5	628.17124	503.98822	694.58723	608.915562	96.7475178	15.89
M2-F6	427.91429	373.56743		400.740856	38.4290325	9.59
M2-F7	330.27028	320.72291	393.80593	348.266375	39.7262717	11.41
M2-F8	362.09394	318.52412	289.36889	323.328985	36.5998409	11.32
M2-F9	431.66658	446.83325	489.76901	456.089612	30.1369071	6.61
M2-F10	484.4472	412.43741	463.75322	453.545944	37.0741681	8.17
M2-F11	536.16141	545.54095		540.851179	6.63233825	1.23
Códigos: M2= Fogón mejorado tipo 2; F1 a F11= Familias en estudio						

Código	Tiempo de cocinado (minutos)					
	Test 1	Test 2	Test 3	Media	Desviación Estándar	CV (%)
D2-F1	00:46	00:48	00:55	00:49	0.00328182	9.515
D2-F2	00:33	00:20	00:32	00:28	0.00502373	25.532
D2-F3	00:33	00:31	00:28	00:30	0.00174765	8.206
D2-F4	00:45	00:43	00:47	00:45	0.00138889	4.444
D2-F5	00:35	00:39	00:35	00:36	0.00160375	6.356
D2-F6	00:34	00:29		00:31	0.00245523	11.224
D2-F7	00:38	00:40	00:39	00:39	0.00069444	2.564
D2-F8	00:33	00:27	00:27	00:29	0.00240563	11.945
D2-F9	00:23	00:24	00:24	00:23	0.00040094	2.440
D2-F10	00:29	00:34	00:33	00:32	0.00183733	8.268
D2-F11	00:43	00:38		00:40	0.00245523	8.730
Códigos: M2= Fogón mejorado tipo 2; F1 a F11= Familias en estudio						

Anexo N° 9: Resultado de consumo específico de combustible y tiempo de cocinado en fogón tradicional

Código	Consumo específico de combustible					
	Test 1	Test 2	Test 3	Media	Desviación Estándar	CV%
FT-F1	301.04832	245.02577	268.40918	271.49443	28.138414	10.36
FT-F2	413.21201	390.45819	402.27185	401.98069	11.379704	2.83
FT-F3	313.40049	245.50746	226.73151	261.87982	45.595162	17.41
FT-F4	254.04967	214.75193	175.51042	214.77067	39.269631	18.28
FT-F5	394.98285	399.4934	259.06881	351.18169	79.803963	22.72
Códigos: FT= Fogón Tradicional; F1 a F5= Familias en estudio						

Código	Tiempo de cocinado (hh:mm)					
	Test 1	Test 2	Test 3	Media	Desviación Estándar	CV%
FT-F1	00:41	00:35	00:48	00:41	0.0045183	15.741
FT-F2	00:38	00:42	00:44	00:41	0.0021216	7.391
FT-F3	00:41	00:33	00:36	00:36	0.0028066	11.022
FT-F4	00:45	00:38	00:45	00:42	0.0028066	9.472
FT-F5	00:31	00:32	00:34	00:32	0.0010608	4.724
Códigos: FT= Fogón Tradicional; F1 a F5= Familias en estudio						

Anexo N° 10: Imágenes durante las pruebas



Participación en construcción de fogón mejorado de adobe modelo, comunidad Piedra de Agua



Taller de auto construcción de fogón modelo en comunidad Piedra de Agua



Leña semiquemada después de realizado un test



Equipo de trabajo para levantamiento de datos (UNI-Colectivo Zompopo)

Anexo N° 11: Cantidad de leña utilizada y humedad para todas las pruebas

N	Comunidad	Tipo de leña	Peso (gr)	Humedad (%)
1	La Estancia	Guayabo	1250	10.7
2	La Estancia	Guayabo	1480	11.8
3	La Estancia	Guayabo	1900	11.3
4	La Estancia	Guayabo	1670	12.2
5	La Estancia	Guayabo	1530	11.5
6	La Estancia	Guayabo	1600	12.2
7	La Estancia	Guayabo	1780	10.2
8	La Estancia	Guayabo	1530	10.6
9	La Estancia	Guayabo	1840	10.3
10	La Estancia	Guayabo	1580	12.2
11	La Estancia	Guayabo	1580	12.4
12	La Estancia	Guayabo	1610	11.2
13	La Estancia	Guayabo	1700	9.7
14	La Estancia	Guayabo	1530	10.6
15	La Estancia	Guayabo	1670	8.5
16	La Estancia	Guayabo	1900	8.35
17	La Estancia	Guayabo	1390	8.47
18	La Estancia	Guayabo	1610	9.15
19	La Estancia	Guayabo	1500	8.46
20	La Estancia	Guayabo	1610	8.77
21	La Estancia	Guayabo	1500	9.9
22	La Estancia	Guayabo	1610	7.9
23	La Estancia	Guayabo	1410	7.9
24	La Estancia	Guayabo	1390	7.7
25	El Carrizo	Vainilla	998	11.9
26	El Carrizo	Vainilla	765	12.4
27	El Carrizo	Vainilla	1037	11.87
28	El Carrizo	Vainilla	911	10.57
29	El Carrizo	Vainilla	956	11.57
30	El Carrizo	Vainilla	930	11.05
31	El Carrizo	Chaperno	1071	13.2
32	El Carrizo	Chaperno	901	12.87
33	El Carrizo	Chaperno	1098	13.05
34	El Carrizo	Vainilla	1448	10.1
35	El Carrizo	Vainilla	1419	12.2
36	El Carrizo	Vainilla	1252	13.2
37	El Carrizo	Vainilla	1293	9.67
38	El Carrizo	Vainilla	1247	11.05
39	El Carrizo	Vainilla	1385	9.5
40	El Carrizo	Chaperno	1450	15.4
41	El Carrizo	Chaperno	1270	15.4
42	El Carrizo	Chaperno	1287	11.72
43	El Carrizo	Vainilla	1292	10.05

44	El Carrizo	Vainilla	1006	12.2
45	El Carrizo	Vainilla	1082	12.2
46	Piedra de Agua	Chaperno	1190	12.3
47	Piedra de Agua	Chaperno	1200	12.6
48	Piedra de Agua	Chaperno	1100	14.17
49	Piedra de Agua	Vainilla	1413	13.1
50	Piedra de Agua	Vainilla	1313	12.3
51	Piedra de Agua	Vainilla	1527	13.1
52	Piedra de Agua	Vainilla	1323	11.4
53	Piedra de Agua	Vainilla	1485	11.7
54	Piedra de Agua	Vainilla	1309	12.4
55	Piedra de Agua	Vainilla	956	11.5
56	Piedra de Agua	Vainilla	1143	9.6
57	Piedra de Agua	Vainilla	1036	9.6
58	Casa Sola	Vainilla	1283	12.0
59	Casa Sola	Vainilla	1480	13.1
60	Casa Sola	Vainilla	1423	14.7
61	Casa Sola	Vainilla	1544	12.8
62	Casa Sola	Vainilla	1319	12.8
63	Casa Sola	Vainilla	1556	13.02
64	El Carrizo	Chaperno	840	14.17
65	El Carrizo	Chaperno	897	13.37
66	El Carrizo	Chaperno	1099	12.47
67	Piedra de Agua	Vainilla	1405	12.0
68	Piedra de Agua	Vainilla	1262	12.07
69	Piedra de Agua	Vainilla	1306	10.05
70	Piedra de Agua	Vainilla	1213	12.0
71	Piedra de Agua	Vainilla	1155	8.97
72	Piedra de Agua	Vainilla	1087	10.75

XII. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Cámara de combustión:** Parte del fogón en la que se quema el combustible.
- **Parrilla:** Red de barras que sirve para mantener fijo el combustible en un fogón.
- **Inercia térmica:** Es la propiedad que indica la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con que lo cede o absorbe.
- **Materiales refractarios:** Materiales cuyas propiedades permiten soportar temperaturas muy elevadas.
- **Piernas del fogón:** Parte del fogón donde se sostiene la encimera del fogón.
- **Encimera:** Parte superior del fogón que contiene a la tronera.
- **Tronera:** Agujero pequeño donde reposan los recipientes utilizados a la hora de cocinar.
- **Deshollinador:** Orificio inferior de la chimenea que permite eliminar el hollín acumulado en la misma.
- **Hollín:** Sustancia negra fina y grasienta que forma el humo y queda adherida en la superficie de la chimenea.
- **Falda para ollas:** Cilindro de metal delgado que rodea la olla.
- **Medidor IAP:** De segunda generación, equipo que mide las concentraciones de material particulado (PM 2,5) y monóxido de carbono (CO).